This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google

Class 3008.75

Harvard College Library

FROM THE BEQUEST OF

GEORGE HAYWARD, M.D.,

OF BOSTON,

(Class of 1809).

Digitized by Google

ALPHONSE PICARD & FILS
EDITEURS
RUE BONAPARTE
82
PARIS VIe ARROND^t

LIBRAIRIE ANCIENNE D'OCCASION
COMMISSION
LIVRES NEUFS FRANÇAIS & ETRANGERS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LES

TRAVAUX PUBLICS

LES MINES ET LA MÉTALLURGIE

AUX TEMPS

DES ROMAINS

LA TRADITION ROMAINE JUSQU'A NOS JOURS

PAR

ALFRED LEGER

Ingénieur,

Ancien Élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

TEXTE

J.-D. & Cie

PARIS

IMPRIMERIE DE L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

J. DEJEY & Cie

LIBRAIRES-ÉDITEURS

18, RUE DE LA PERLE, 18

1875

Digitized by Google

Digitized by Google

LES

TRAVAUX PUBLICS

LES MINES ET LA MÉTALLURGIE

AUX TEMPS

DES ROMAINS

Digitized by Google

Digitized by Google

LES

TRAVAUX PUBLICS

LES MINES ET LA MÉTALLURGIE

AUX TEMPS

DES ROMAINS

LA TRADITION ROMAINE JUSQU'A NOS JOURS

PAR

ALFRED LEGER

Ingénieur,

Ancien Élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

TEXTE

PARIS

IMPRIMERIE DE L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

J. DEJEY & Cie

LIBRAIRES-ÉDITEURS

18, RUE DE LA PERLE, 18

1875

Digitized by Google

AH 7846.75

Class 3008.75

✓

HARVARD COLLEGE
JAN 4 1912
LIBRARY.

Hayward fund
(Texte + atlas)

Digitized by Google

PRÉFACE

Notre époque, curieuse et inquiète de toutes les origines, s'est jetée avec une ardeur fébrile dans les études archéologiques; elle s'est mise à fouiller dans tous les sens le champ fertile du passé pour exhumer tous les monuments et tous les souvenirs, et pour constituer une histoire aux âges préhistoriques eux-mêmes. En remontant dans l'histoire du travail, on rencontre, à peine séparée de notre temps, comme nous le verrons, par le Moyen-Age, une ère particulièrement brillante, l'époque romaine, dont les magnifiques et immortels témoins, encore debout devant nous, attestent, d'une façon suffisamment éloquente, la puissance et la grandeur. Au spectacle de quelques-uns de ces restes majestueux, nous avons senti naître un jour le désir d'étudier, dans l'ensemble de ses œuvres, l'Art de l'Ingénieur qui savait enfanter de si grandes choses, et d'en pénétrer les ressources et les secrets; nous avons voulu rechercher si le grand peuple, capable de telles créations, n'avait laissé à la postérité d'autre héritage que ces épaves solitaires, et si, précieusement recueillies par nos pères, son expérience et ses leçons n'avaient pas encore leur place dans la pratique de nos jours, comme sa langue, sa jurisprudence, ses institutions ont inspiré toutes les nôtres pour une si large part.

Le propre de ces études archéologiques est d'exercer, sur les esprits qui s'y livrent, une attraction singulière : captivé par un charme irrésistible, on se passionne pour cette grande et mystérieuse figure du passé, dont on voudrait ressaisir tous les traits;

Digitized by Google

c'est l'influence à laquelle nous n'avons pu nous soustraire : nous nous sommes assigné la tâche de résumer une partie des connaissances acquises aujourd'hui sur les diverses branches des Travaux publics aux temps des Romains; pour la remplir, ilnous a fallu compulser ou examiner un nombre considérable de données éparses, de travaux ou de restes anciens, les rapprocher, les discuter, les coordonner; c'est ce travail long et pénible que nous cherchons à épargner aux hommes curieux de l'antiquité romaine et de nos propres origines. Nous n'avons pas su peut-être suffisamment nous défendre de l'entraînement dont nous venons de parler; il nous aura conduit sans doute à étendre trop loin le champ de cet essai : le sujet est si vaste pourtant, que nous redoutons bien plutôt des oublis, des lacunes dérobant quelque chose à l'admiration justement due à cette grande et féconde époque.

L'œuvre des Romains est la première dans l'antiquité qui embrasse le cadre complet des Travaux publics : les grandes générations des Assyriens, des Égyptiens, des Phéniciens, des Carthaginois, avaient, avant eux, porté tous leurs efforts sur quelques branches isolées des œuvres d'utilité générale; les Romains eurent à les développer toutes, et à parcourir le cycle le plus complet que nous puissions tracer de nos jours.

Parti des origines les plus humbles pour s'élever aux plus grandes hauteurs auxquelles on ait pu atteindre avant notre âge, le peuple romain pourrait fournir à lui seul tous les éléments de l'histoire des Travaux publics et des progrès que la civilisation leur a dus.

A leurs débuts, comme à l'origine de toutes les sociétés, les Romains ne vécurent que d'une vie purement locale; les goûts étaient simples : les ressources mêmes du sol, auxquelles on savait limiter ses besoins, suffisaient presque à tout : comme on n'était plus à l'âge de la pierre polie, on n'était tributaire des peuples voisins que pour le sel et pour certains métaux. Puis, le cercle des relations s'étendit peu à peu : il se fit entre les peuples en contact un certain nivellement des goûts et des habitudes; on emprunta aux uns et l'on rendit aux autres; par cet échange d'idées, de services et de richesses, le bien-être s'accrut, de nouveaux besoins se créèrent, et, pour les satisfaire, il fallut perfectionner et étendre les moyens de communication; c'est ainsi que

Digitized by Google

de proche en propre s'ouvrirent les chemins, qui furent, avec les ponts, les premiers travaux publics, commençant par le réseau local ou vicinal, et s'étendant de pays à pays par une sorte de réseau d'intérêt commun et de grande communication.

Au milieu de ce développement lent et progressif, une idée, qui nous paraîtra aujourd'hui bien modeste, venue des Carthaginois, celle des chemins pavés, vint opérer une révolution comparable, pour le temps, à celle qu'ont provoquée de nos jours les chemins de fer : la circulation, jusque-là intermittente et pénible sur les anciens chemins non pavés et souvent impraticables dans la mauvaise saison, devenait constante, assurée, facile et rapide; la politique s'empara tout aussitôt de cette invention nouvelle pour relier à la métropole les éléments disparates du vaste territoire déjà conquis; sans s'attarder à l'avancement méthodique du réseau local et provincial, on lança les grandes voies allant d'une extrémité à l'autre de l'empire; c'est ainsi que, chez nous, la création des grandes routes nationales a devancé de beaucoup l'achèvement du réseau vicinal; c'est exactement de cette même façon que les voies ferrées se sont développées en France, en Autriche, en Prusse, en Russie, en créant, toutes choses cessantes, des traits d'union entre les confins les plus reculés des empires.

A Rome, les préoccupations politiques inspirèrent longtemps les Travaux publics, qui manquèrent d'abord de ce caractère d'utilité générale que nous ne séparons pas d'eux aujourd'hui; pendant une longue période, ils ne furent entrepris que pour les besoins de l'État, dans l'intérêt du *prince*, leur rôle se réduisant à faciliter la circulation des armées, du butin, des tributs et des impôts. Mais la civilisation romaine s'épancha par toutes ces artères ouvertes, et alla pénétrer les provinces; les relations journalières devinrent bientôt plus actives; et, pour satisfaire ces exigences nouvelles, l'initiative locale fut promptement forcée de compléter le système des communications par de nombreux raccordements et des additions nécessaires.

Puis, un jour vint où Rome, à force de consommer sans plus rien produire, ayant fait le vide au loin autour d'elle, dut, pour entretenir les parasites qui l'épuisaient, se faire la tributaire à son tour des plus humbles provinces; le commerce du monde dut prendre Rome pour marché et pour objectif; pour desser-

Digitized by Google

vir ce mouvement commercial, il fallut délaisser les routes, qui offraient des moyens de transport trop coûteux, recourir aux voies navigables, créer des voies d'accès tendant vers les fleuves, améliorer les rivières, creuser des canaux, ouvrir des ports, allumer des phares. Les véritables principes économiques, longtemps méconnus, reprirent alors une partie de leurs droits ; ce fut bien encore, comme par le passé, un régime de protection à outrance, d'impôts désordonnés, de réglementation excessive, qui pesait sur toutes les transactions par des taxes, des tarifs et des lois de *maximum;* mais les besoins étant infinis, l'initiative privée profita de quelques libertés pour s'ingénier à les satisfaire, et à cette période correspondit, sinon pour Rome et l'Italie, au moins pour les provinces, une ère de très-grande prospérité. Cette époque coïncide avec les premiers siècles de l'Empire ; c'est elle qui enfanta les plus grands travaux publics, conçus et exécutés pour la plus large part en dehors de l'action de l'État. Et ce ne sera pas un de nos moindres sujets d'étonnement, que de voir un régime despotique et centralisateur à l'excès pour les moindres détails, abriter l'autonomie municipale la plus complète, et laisser le champ le plus libre à l'initiative des particuliers et des villes. Pendant que l'État se réservait seulement certains travaux présentant une importance ou un avantage politique, les municipalités et les citoyens, isolément ou coalisant leurs efforts, emportés par une émulation qui toucha souvent à la folie, se chargèrent de tous les autres ouvrages, voies, canaux, ports, phares, aussi bien que des œuvres d'utilité urbaine, comme les enceintes, les rues, les aqueducs, les égouts, les palais, les temples, les cirques, les thermes, les amphithéâtres. Puisant à cette triple source, la dotation des Travaux publics put disposer de sommes énormes, avec lesquelles on put faire de très-grandes choses ; nous n'en pourrons effleurer qu'une partie dans le cours de cette étude, car les Travaux publics proprement dits n'occupent que le second rang dans l'œuvre romaine ; il est vrai que le premier est tout rempli par des créations comme le Colisée, la Basilique de Constantin, les Thermes d'Antonin Caracalla, le Grand-Cirque (1) !

(1) Il contenait 385,000 places, au rapport de Publius Victor.

Digitized by Google

A la faveur de cette initiative généreusement laissée aux vaincus, le génie des peuples put se faire librement jour, sous l'inspiration de la civilisation romaine, et l'admiration que nous serions heureux d'avoir su exciter au profit de ces grands travaux du passé, ne devra pas être accaparée par Rome seule, qui pourra bien avoir suggéré la pensée ou le plan de ces œuvres, mais nous pourrons plus justement la dispenser à tous ses élèves, qui l'ont si bien écoutée et comprise. Ces utiles créations furent les plus puissants auxiliaires de la conquête : au lendemain du triomphe, pour guérir les blessures laissées par la défaite; à l'impulsion du vainqueur, les provinces se couvraient de voies, de ponts, de temples magnifiques, de thermes, d'aqueducs, d'ateliers, d'écoles, dont la grandeur ou l'utilité impressionnait et séduisait les vaincus ; tous se ralliaient sous l'influence morale de cette civilisation si puissante, l'assimilation se faisait bien vite, et c'est ainsi que se constituait, avec les éléments les plus divers, l'unité de ce grand empire, qui n'eut pas, si ce n'est vers ses pays frontières, une seule révolte sérieuse à réprimer dans le cours de quatre ou cinq siècles.

Nous ne saurions en citer un exemple plus frappant que celui de la Gaule. Rome et César avaient rencontré là, pour une de leurs dernières conquêtes, une ennemie digne d'eux. L'héroïque résistance d'Ambiorix, de Vercingétorix et de Camulogène avait forcé l'admiration et le respect du vainqueur ; il ne se souvint pas du *væ victis* que, trois siècles plus tôt, prononçait si impitoyablement au Capitole Brennus victorieux; il préféra pour Rome l'amitié de ce grand peuple à sa haine; la loi du vainqueur fut douce : une contribution de guerre modérée (6,500,000 fr. de notre monnaie), point d'impôts onéreux, point de mesures violentes et vexatoires; il s'établit sur l'estime réciproque une alliance étroite qui fondit bientôt les vainqueurs et les vaincus.

Les Gaulois, en présence d'une civilisation supérieure, plus artiste, se laissèrent, comme toujours, facilement séduire; leur intelligence enthousiaste et naïve s'empara bien vite des présents qu'on lui apportait, accommoda ces leçons à son goût toujours original, en répudiant les vices qui répugnaient à leur nature droite et fière. Il en résulta, à la gloire de nos pères, une civilisation nouvelle, retrempée dans leur sang plus neuf et plus pur, comme l'alliage de deux métaux réunit et exalte les

Digitized by Google

qualités de chacun d'eux, et en engendre même de nouvelles jusqu'alors inconnues à l'un et à l'autre. C'est ce que l'on peut observer dans cette école gallo-romaine, qui jeta un si vif éclat au milieu des splendeurs romaines; aussi pourrons-nous, sans aucune partialité, lui emprunter largement des exemples, comme à la plus brillante élève de l'école romaine.

Il eût été sans doute fort intéressant de pouvoir suivre le développement des Travaux publics parallèlement avec celui des institutions et du territoire, les grouper par grandes époques, surprendre les progrès réalisés de l'une à l'autre, et les voir s'élever avec l'empire à leur plus haut période. Malheureusement, on rencontre beaucoup trop de lacunes et d'obscurité dans les auteurs latins, peu soucieux des détails techniques, des dates, souvent pour les plus grands monuments eux-mêmes trop incertaines et trop controversées, pour qu'on puisse entreprendre cette analyse et suivre utilement ce plan. Il nous faut opérer par une sorte de synthèse, prendre ces œuvres telles qu'elles se présentent à nous dans l'histoire ou par leurs restes, et nous borner à une étude générale des pratiques romaines.

Toutefois, les Travaux publics, dans tous les temps, se lient d'une façon trop intime à l'économie générale des nations, pour qu'il soit possible d'aborder leur étude sans connaître bien le milieu dans lequel ils se développent, les exigences diverses auxquelles ils doivent répondre, et les ressources de toute nature qui sont mises à leur disposition.

Cela est d'autant plus nécessaire, dans l'espèce, que l'État romain se fit à un moment donné commerçant, entrepreneur de transports, se mêla à toutes les transactions particulières, et substitua trop souvent en ces matières l'initiative officielle à l'initiative privée.

Nous avons donc pensé devoir résumer brièvement, dans le Chapitre Ier, l'économie politique, industrielle et commerciale des Romains, leurs tendances, leurs besoins, leurs habitudes et leurs relations commerciales et autres, avec l'indication des mesures, des prix et des salaires en usage de leur temps.

Dans un Chapitre II, nous résumerons les éléments du budget, les impôts et les charges publiques.

Puis nous entrerons dans l'étude des procédés usités autre-

Digitized by Google

fois dans les Travaux publics, et nous passerons ensuite en revue chacune de leurs grandes sections.

Chapitre III. — Administration et ressources.
— IV. — Matériaux et procédés généraux de construction.
— V. — Voies romaines.
— VI. — Ponts et viaducs.
— VII. — Rivières et canaux.
— VIII. — Ports.
— IX. — Phares.
— X. — Voirie urbaine.
— XI. — Enceintes des villes.
— XII. — Aqueducs.
— XIII. — Cloaques.

Nous ne pouvions oublier, au milieu de ces travaux de l'Ingénieur antique, deux branches de l'industrie humaine qui touchèrent autrefois de plus près encore aux Travaux publics, parce qu'elles furent souvent exploitées par l'État :

Chapitre XIV. — Mines. — Carrières. — Sources thermales.
— XV. — Métaux et procédés métallurgiques.

Nous suivrons enfin, dans le Chapitre XVI, la Tradition romaine à travers le Moyen-Age et les Temps Modernes jusqu'à nos jours.

Nous ne pouvons nous empêcher de répéter, pour appeler sur notre étude toute l'indulgence du lecteur, que nul, parmi les auteurs anciens, même spéciaux, n'a traité *ex professo* la plus petite partie du programme tout moderne que nous nous sommes tracé; Vitruve et Frontin, les plus spéciaux de tous, n'envisagent que certains côtés des questions qu'ils pensent étudier à fond; certaines classes de travaux n'ont jamais eu d'historien; pour remplir ce cadre, il a fallu fouiller le bagage antique, consulter des témoins les plus obscurs et les moins techniques, jusqu'aux poëtes même, à titre de simple renseignement, il est vrai, questionner les auteurs postérieurs qui avaient un plus grand nombre de monuments survivants sous les yeux, et arriver, pour ainsi dire pièce à pièce, au terme de notre tâche.

Pour les questions économiques, nous avons consulté Dureau

Digitized by Google

de Lamalle, Dezobry, et une étude fort nouvelle et des plus intéressantes sur l'organisation du travail antique, communiquée par M. Choisy à la Société de Législation comparée. Pour les procédés de construction, les voies et les travaux d'art, nous avons dû, entre autres, demander nos renseignements aux œuvres de Vitruve, Frontin, César, Polybe, Végèce, Pline, Suétone, Dion Cassius, Varron, Strabon et des géographes grecs et latins; après eux, à Bergier, Grævius, Montfaucon, d'Anville, Lamartinière, Diderot, Walckenaër, Le Bas, Millin, Rich, Gauthey et Rondelet. Nous avons fait aussi de larges emprunts aux Mémoires de l'Académie, aux revues des Sociétés savantes, aux travaux récents de M. de Caumont et de M. Desjardins, qui vient de donner une nouvelle édition magnifique de la Table de Peutinger, accompagnée des plus savants commentaires sur la géographie ancienne; à tous ces collaborateurs qui ont fouillé avec tant de zèle et de science le champ de l'Archéologie, nous ont tendu une main si utilement secourable et sont nos cautions, nous adressons nos remerciements les plus reconnaissants.

Nous avons rencontré sur notre chemin, en dehors des questions de fait, un grand nombre de points controversés; quelque instructifs que fussent les arguments produits à l'appui des diverses thèses, nous avons dû renoncer au plaisir de les citer, et nous n'avons pas cherché à prendre un parti entre elles : nous avons pas eu la pensée de faire non point une œuvre de discussion, mais un travail plus modeste d'exposition sommaire, marquant seulement les grands traits de cette partie de l'histoire du travail.

Nous avons cherché à représenter aux yeux les types principaux, les plus intéressants, des constructions romaines; nous aurions été fort désireux de les produire à une même échelle qui permît bien de mesurer leur grandeur relative; mais l'art ancien s'est exercé sur des œuvres de tailles si diverses, que, dans un tel système, les grands ouvrages fussent sortis de tous les cadres, ou que les petits, souvent fort importants par leurs détails, eussent disparu.

S'il subsiste quelques lacunes dans le tableau que nous avons cherché à reconstituer, on nous les pardonnera, en se rappelant que vingt siècles nous séparent des temps au milieu desquels nous allons vivre un instant; si l'on songe à tout ce qu'une telle succes-

Digitized by Google

sion de siècles a ruiné et effacé sans retour, on gardera peut-être quelque reconnaissance à l'Archéologie qui a sauvé tant d'épaves précieuses du milieu de ces décombres amoncelées.

Ces exemples suffiront encore à montrer les hauteurs auxquelles, bien longtemps avant nous, les connaissances humaines avaient déjà su atteindre; notre époque doit restituer beaucoup au passé : *cuique suum;* la part de notre temps, après ces restitutions, reste encore suffisamment belle, avec les découvertes qui lui appartiennent bien en propre.

Cette partie de l'histoire des Travaux publics n'est pas une page détachée et perdue de l'histoire du passé; c'est sur cette tradition qu'ont vécu presque exclusivement le Moyen-Age et les Temps Modernes jusqu'au dernier siècle, comme c'est sur les leçons transmises par Rome que s'est constituée la France; la plupart de ces traditions même restent encore toutes vivantes au milieu de nous. Nous aurons donc évoqué des souvenirs moins lointains et moins indifférents qu'on ne pourrait le supposer, et peut-être des exemples et des leçons qui mériteraient de revivre dans la pratique de nos jours; nous pensons avoir ainsi fait une œuvre utile, point absolument inopportune, en retraçant cette partie de nos origines, et en montrant, sur notre chemin, par l'histoire de ses grandes œuvres, que la France, armée de cette civilisation latine dont elle est restée la principale et fidèle héritière, a pu se relever trois et quatre fois déjà des plus épouvantables défaites, se faire jour avec son courage et son génie du milieu des ruines et des flots d'ennemis, quels qu'ils fussent, et reprendre toujours invinciblement sa place à la tête du progrès moral et de l'humanité.

Arles, septembre 1874.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE Ier

ÉCONOMIE POLITIQUE, AGRICOLE ET COMMERCIALE DES ROMAINS.

L'histoire économique du peuple romain est fort courte à écrire : comme on l'a dit justement, aucun peuple n'affecta des tendances anti-industrielles et anti-commerciales au même degré. Il ne s'occupa volontiers que de guerres et d'agriculture, procédant *ense et aratro*.

Nous n'avons pas à faire ici le tableau de ses victoires et de ses conquêtes; nous devons nous contenter d'esquisser rapidement l'histoire de son agriculture, qui résuma presque toute son industrie, et absorba pendant longtemps toute son activité et toutes ses forces productrices. Puis, nous dirons au milieu de quelles répugnances et de quelles entraves générales prirent naissance et se développèrent les opérations commerciales, indispensables à la vie des peuples.

Dans les premiers temps de la République, avec l'application sévère des *lois agraires* coïncida la plus grande prospérité de l'agriculture; la propriété du sol était morcelée et divisée entre tous les citoyens; le maximum de surface que chacun pouvait avoir en propre, fixé d'abord par Romulus à deux *jugères* (environ un demi-hectare), fut limité par la suite à sept *jugères* (environ 1hect.,75); la culture était à peu près obligatoire, on frappait d'impôts spéciaux le citoyen qui ne labourait pas sa terre; la pauvreté était en honneur : c'était le temps où les plus grands citoyens de la République, comme le consul Régulus qui ne possédait que sept jugères de terre, et le dictateur Cincinnatus qui en avait quatre, se glorifiaient d'être pauvres et de cultiver eux-mêmes leur champ. Les rudes travaux de la campagne préparaient à Rome des légions

Digitized by Google

de soldats vigoureux et endurcis à toutes les fatigues. « Le fond « du Romain, dit Bossuet, était alors l'amour de la liberté et de la « patrie. »

Quand les conquêtes s'étendirent, l'agriculture et la population des campagnes allèrent en déclinant; la guerre accaparant tous les jours un plus grand nombre de bras, la propriété commença à se concentrer entre les mains de quelques privilégiés, enrichis par les déprédations et les butins; on vit alors se constituer d'immenses domaines, dont quelques-uns rendaient jusqu'à deux millions de revenus, malgré l'abandon de grandes surfaces laissées incultes, et l'incurie d'une exploitation confiée à des esclaves.

Sentant le danger qui menaçait les institutions, en — 366 (1), les *lois liciniennes*, pour arrêter ce flot qui portait les citoyens des campagnes vers les villes, cherchèrent à remettre en vigueur les lois agraires, en limitant à cinq cents jugères la propriété de chaque citoyen, et en ordonnant le partage du surplus, à raison de sept jugères, entre les citoyens pauvres; elles limitèrent aussi du même coup le nombre des esclaves, des animaux que chacun put avoir en propre. Ce fut en vain; on éluda de toute façon ces lois, qui tombèrent rapidement en désuétude. En — 135, Tibérius Gracchus, en essayant de les reprendre et de les faire appliquer, souleva des séditions terribles dans le sein des classes privilégiées; cette dernière expérience les condamna sans retour. Le système agricole dut changer complétement : on abandonna la culture, faute de main-d'œuvre, on fit presque exclusivement des prairies sur lesquelles on éleva du bétail, et l'on dut recourir à l'étranger pour approvisionner des céréales nécessaires Rome et une partie de l'Italie; dès lors les relations commerciales durent forcément se développer et s'étendre.

Pour réagir contre le mal, à la fin des grandes guerres, Sylla, César, Auguste, essayèrent bien d'assigner aux soldats licenciés ou libérés des indemnités en terres dans les provinces, avec l'obligation de les cultiver au moins pendant vingt ans; mais ces dispositions furent impuissantes à retenir les colons; ceux-ci ven-

(1) Pour plus de simplicité, nous affecterons du signe — les dates avant J.-C., et du signe + celles de l'ère chrétienne.

Digitized by Google

dirent leurs lots, et vinrent à Rome vivre de la *sportule* et grossir la clientèle de mendiants qui assiégeait tout le jour les portes des patriciens et des riches; les largesses officielles et privées devinrent obligatoires. L'intérêt général conservateur, autrefois si puissant, au temps où tous les citoyens étaient propriétaires, disparut; à l'époque de Caton, il n'y avait déjà plus à Rome deux mille individus qui fussent propriétaires, et la situation s'aggrava plus encore après lui; le pouvoir oscilla du despotisme de la foule à celui des grands, au milieu des réactions sanglantes des partis, jusqu'au jour où riches et pauvres trouvèrent un maître.

Sous ce régime nouveau, la situation intérieure ne devint pas matériellement ni moralement plus prospère : du haut au bas de l'échelle sociale, toutes les classes semblaient avoir abdiqué. Les patriciens, très-peu nombreux, enrichis par les butins, les exactions dans les provinces, l'achat à vil prix de vastes domaines, s'abandonnaient à toutes les jouissances d'une vie de loisirs; la classe moyenne avait disparu au milieu des guerres civiles qui l'avaient décimée et ruinée par les proscriptions, par les révoltes des esclaves, par la vente ou la confiscation des propriétés; dans les dernières couches, on était assez absorbé par les largesses et les fêtes qui inauguraient le nouvel ordre de choses, pour n'en pas encore réclamer un autre. L'esprit ombrageux d'Auguste se félicita d'abord de ce renoncement général aux choses de la vie publique; mais il vit bientôt, au delà, toute la gravité de la situation: la propriété territoriale avilie, ses produits à peu près nuls, l'Italie à la merci d'épouvantables disettes qui venaient périodiquement la désoler. L'empereur tenta, pour renvoyer de Rome une légion de parasite inutiles, de supprimer, ou tout au moins de réduire, les distributions gratuites; mais il dut y renoncer, dans la crainte que ses ennemis ne les reprissent à leur profit, pour menacer sa puissance naissante. Sous son règne, il fallut importer normalement pour la consommation courante soixante millions de *modii* de blé (environ six millions d'hectolitres); sous Tibère et sous Néron, l'importation monta à quatre-vingt-dix millions (1)

(1) C'est presque la quantité qui suffit, en France, de nos jours, à combler le déficit d'une année mauvaise, pour une population quadruple de celle de l'Italie à l'époque de Néron.

Digitized by Google

Et, pour compliquer cette situation, à mesure que l'argent devenait plus rare, que l'intérêt s'élevait à un taux exorbitant, les progrès du luxe, la soif des fêtes, des spectacles et des jouissances, la corruption des mœurs privées et publiques conspiraient ensemble pour achever de ruiner l'Italie !

Les empereurs entreprirent vainement de lutter contre ces tendances dissolvantes et de rendre quelque activité à la production nationale : César avait autrefois essayé de repeupler les campagnes en accordant à leurs habitants de très-grandes prérogatives et de larges exemptions d'impôts ; il n'avait réussi qu'à leur envoyer pour un temps une population de soldats ignorants et paresseux. Sous Trajan, les candidats aux grandes magistratures durent posséder les deux tiers de leur avoir en terres situées en Italie ; Antonin obligea les sénateurs à posséder le quart de leur fortune en biens-fonds ; Constantin tenta d'obliger tout le monde à placer les deux tiers de ses biens en propriétés foncières ; toutes ces dispositions furent tournées et éludées, ne servirent qu'à fournir des armes aux proscriptions ; c'est en vain que Pertinax, Aurélien, Valentinien, Théodose, Arcade donnèrent encore la propriété des champs abandonnés aux nouveaux occupants ; la faveur publique se retira de plus en plus de la propriété territoriale, de l'agriculture qui alla en déclinant chaque jour jusqu'à sa ruine totale, à la chute de l'Empire d'Occident.

Ainsi, dans les six premiers siècles de Rome, les mœurs furent austères, la pauvreté fière et laborieuse, la prospérité grande à l'intérieur ; le morcellement de la propriété avait donné de bonnes cultures et un maximum de production.

C'est la chute de Carthage qui paraît avoir marqué l'altération des habitudes primitives, et le commencement d'une période nouvelle de décadence morale et matérielle. Sous l'attrait des plaisirs des villes, les campagnes furent désertées ; la petite propriété se vendit, les grands domaines furent abandonnés aux soins indifférents des esclaves et des affranchis ; le travail fut alors méprisé, et la population virile vint encombrer de son oisiveté dangereuse les places, les cirques et les amphithéâtres de Rome ; consommant sans rien produire, le peuple-roi qui n'avait abdiqué que ses vertus antiques, et ne se souvenait de sa force que pour en faire le plus triste usage, tomba à la charge des plus humbles provinces, et

Digitized by Google

à la dévotion du premier intrigant qui lui promit des fêtes et du pain. Quel sens moral pouvait-on bien demander à cette plèbe qui ne savait plus vivre qu'aux gages des riches ou aux frais de l'État? Que purent devenir l'ordre, la dignité individuelle et l'esprit conservateur au milieu de ces masses blasées, qui, déchargées du souci de la famille et des préoccupations du lendemain, n'eurent plus à consacrer leurs loisirs qu'à la recherche d'émotions et d'aventures nouvelles? Nous nous le représentons mieux aujourd'hui, nous qui avons vu le sens moral d'une grande population énervé et perverti en quelques mois par ces distributions officielles de l'*annone* et de la *sportule*, sous les espèces modernes de *trente sous* par jour!

Tant que les Romains surent travailler de leurs mains, le concours des esclaves fut assez borné. Sous la République, le nombre des esclaves ne dépassa guère le vingt-cinquième de la population; on le maintenait systématiquement fort restreint, en empêchant les mariages serviles, de peur que le développement de cette classe ne devînt quelque jour un danger. Plus tard, quand, après les conquêtes, les hommes libres renoncèrent au travail, on trouva, vers — 204, en Italie jusqu'à deux millions trois cents mille esclaves pour deux millions sept cents mille hommes libres et affranchis; cette proportion diminua sous les empereurs, qui favorisèrent les affranchissements en vue du recrutement des armées, des services de *l'annone*, etc.

Disciples anticipés de Malthus, les Romains, surtout dans les classes élevées, limitèrent, à l'exemple des Grecs, l'accroissement de la population, qui diminua bientôt d'une façon effrayante; sous Auguste, il ne restait pas à Rome cinquante familles patriciennes d'ancienne souche; les diverses classes ne se maintenaient qu'en se recrutant constamment dans les rangs inférieurs. Le mal avait fait tant de progrès, que Septime Sévère fut réduit à autoriser le le mariage des soldats, à étendre le droit de cité à presque toutes les villes d'Italie, pour rétablir l'équilibre et assurer le recrutement de l'armée et des services publics de l'empire, avec cette population de l'Italie qui paraît avoir compté neuf millions cinq cents mille individus.

Digitized by Google

AGRICULTURE.

Varron, Caton, Columelle nous ont légué des renseignements ou des traités précieux sur l'agriculture chez les Romains. Celle-ci resta toujours en somme assez primitive : les assolements étaient vicieux, la jachère était biennale; on ignorait le principe fécond de l'alternance des récoltes ; le blé faisait le fond de la grande culture et revenait toujours ; les engrais étaient insuffisants, parce qu'on resta longtemps sans faire de prairies, et par suite sans élever de bétail. Les instruments agricoles étaient aussi des plus barbares.

Plus tard, faute de bras, on étendit outre mesure les prairies, qui, manquant de soins, ne donnèrent que des produits médiocres, Une bonne administration et une direction intelligente firent surtout défaut aux grands domaines qui s'étaient constitués. On en confiait la gestion à un intendant, esclave ou affranchi, que la crainte du châtiment inspirait seule, ou bien on en cédait l'exploitation à un colon partiaire (*politor*), auquel on n'accordait pour salaire et bénéfice qu'une part sur les fruits et les récoltes variant du 1/5e au 1/9e, suivant la fertilité du sol, alors que de nos jours, en France, la moitié du produit paraît une rémunération à peine suffisante.

Les Romains semblent avoir absolument ignoré dans toutes leurs opérations le principe puissant de l'intérêt personnel, cette base solide de la philosophie économique de notre temps : des pénalités, des prohibitions, des mesures coercitives, une réglementation à outrance, voilà le résumé de tout leur système, le mobile offert partout à l'activité humaine!

La terre rendait en blé 8 pour 1, en très-bon sol 10 pour 1, en moyenne 4 pour 1 dans le Latium, 6 dans la vallée de l'Arno.

Les propriétés donnaient moins de 4 pour cent de leur prix dans la campagne de Rome, davantage plus loin.

La vigne rendait jusqu'à 2 et 300 amphores de vin par jugère, (104 à 156 hectolitres par hectare); les prairies produisaient jusqu'à 84 francs pour la même surface.

Bien qu'elle fût la seule industrie en faveur chez les Romains,

Digitized by Google

l'agriculture resta, pour des causes diverses, dans un certain état d'infériorité; parmi ces causes, les auteurs citent l'insalubrité de la campagne romaine, devenue assez grande aux temps des empereurs, l'absence de débouchés et de chemins, le taux élevé de l'argent, etc.

Les grandes voies militaires furent longtemps seules entretenues en bon état, mais, faute d'embranchements, elles furent souvent inaccessibles aux produits agricoles; les voies vicinales étaient le plus souvent impraticables; c'était à dos de mulets que la plupart des produits en céréales et en vins devaient gagner les ports ou les fleuves pour arriver aux grands marchés de consommation, et l'effectif en bêtes de trait ou de somme ne paraît même pas avoir été dans ce temps-là bien considérable, eu égard aux difficultés des transports.

Les lois de Rome atteignaient le commerce de l'argent comme tous les autres commerces; la *XXI*e *loi des Douze Tables* fixait l'intérêt légal à 1 pour cent par mois, et frappait les contrevenants d'une amende égale au quadruple de la somme prêtée. Cet intérêt se composait quelque fois après chaque mois, et arrivait ainsi à représenter plus de 12 pour cent par an; c'était le taux minimum que les publicains appliquaient aux arriérés d'impôts; c'était le taux auquel, d'après les lettres de Pline à Trajan, on plaçait temporairement l'argent disponible du Trésor, en attendant son emploi.

Comme cette loi ne touchait que les citoyens romains, on tournait ses prescriptions, et l'on arrivait à prêter jusqu'au taux de 48 pour cent, en passant par l'intermédiaire d'un Latin, qui n'était astreint à aucun maximum.

Pour les prêts faits, avec plus de sécurité, à l'agriculture, on trouvait cependant assez généralement le taux de 6 pour cent par an; c'est la base que prend Columelle pour calculer les prix de revient des cultures, les dépenses des esclaves, du matériel, etc. Mais la terre ne rendait que 4 pour cent en moyenne, moins, près des villes, plus, dans les provinces; elle devait donc succomber sous le poids des intérêts et des arrérages; c'était alors déjà le grand mal de l'agriculture, mal auquel le génie de Mécène voulait porter remède, en cherchant à fonder une banque de crédit ou de prêt foncier à bas intérêt, idée qu'on ne réalisera que dix-huit siècles après lui.

Digitized by Google

INDUSTRIE ET COMMERCE.

Le citoyen romain n'eut pendant très-longtemps que deux professions à choisir : les armes ou l'agriculture. Tout autre métier, toute autre profession, tout commérce était proscrit par la loi, et laissé aux esclaves, aux affranchis et aux étrangers ; tous les arts sédentaires, qui conduisaient au luxe ou à la mollesse, étaient interdits par la *XX*e *loi papyrienne*.

Toutefois, le commerce devint bien une nécessité sociale, politique même, quand il fallut assurer la vie de Rome, qui ne produisait rien et avait besoin de tout ; il fallut bien alors lever ce *veto*, mais le préjugé survécut longtemps encore : Cicéron parle avec mépris des marchands en détail, il ne professe quelque estime que pour les marchands en gros et les armateurs de navires. Un seul commerce, sous l'étreinte de la nécessité, trouva grâce devant les lois et devant l'opinion : ce fut celui du blé ; il fut le seul possible, mais entouré d'entraves qu'on ne peut se figurer aujourd'hui, et qui en firent une véritable institution politique.

Les arts et les sciences même, sauf la jurisprudence, ne furent pas plus révérés ; les classes élevées dérogeaient en exerçant le professorat, la médecine, l'architecture. Toute industrie était également interdite : Auguste lui-même condamna à mort Sen. Ovinius, convaincu d'avoir créé une manufacture. Les sénateurs ou leurs pères ne pouvaient faire construire un navire, ou s'ils en possédaient un, il ne devait pas pouvoir transporter plus de trois cents mesures de blé, consommation maxima de la famille.

Les arts libéraux, les sciences, la navigation, le commerce restèrent le monopole des étrangers et des affranchis, et leur assura bientôt, avec de grandes fortunes, une réelle influence ; ils finirent cependant par faire reconnaître les énormes services qu'ils rendaient à la société, et qui firent jour à des idées plus larges.

César commença par donner le droit de cité aux médecins, droit qui leur fut confirmé par des rescrits de Vespasien et d'Hadrien. D'autres empereurs encouragèrent l'exercice des professions

Digitized by Google

libérales, en supprimant pour elles certaines charges, entre autres, celle des tutelles, qui était fort lourde.

Mais le commerce, en général, resta frappé et entravé de toute façon, par des péages sur les ponts, sur les routes, aux ports, aux portes des villes, par des droits de douane élevés, par des prohibitions absolues d'exportation des céréales, des vins, des huiles, des métaux, par des tarifications insensées, par le monopole du gouvernement sur la vente des denrées, etc.; à ces obstacles créés par un déplorable système économique, s'ajoutaient les difficultés des temps : l'absence de moyens faciles de communication et de correspondance, et d'instruments de crédit restreignait singulièrement le champ des opérations; tout semblait conjuré pour décourager et ruiner toute activité commerciale et industrielle.

Par toutes ces causes, malgré les immunités et les priviléges considérables que la loi conférait aux citoyens romains, l'Italie fut ruinée avant la chute de la République; tandis que les provinces, malgré les plus lourdes charges qui pesaient sur elles, prospérèrent longtemps encore : c'est qu'elles gardèrent des habitudes plus laborieuses, qu'elles jouirent dans leurs transactions d'une certaine liberté relative, et qu'elles restèrent plus loin de l'influence contagieuse de la corruption romaine.

La Sicile, par un bon système d'agriculture, devint le grenier de l'empire; elle avança même très-loin dans les arts, dans l'industrie, et se couvrit de manufactures. La province d'Asie, l'Egypte, la Gaule, luttèrent d'activité et de prospérité intérieure.

L'avidité des gouverneurs, des proconsuls et des publicains, envoyés par Rome, arriva cependant presque à les épuiser par des contributions mal réparties, si ce n'est par des exactions sans frein. Dans les villes, les *décurions* ou membres de la curie étaient responsables envers les publicains de la rentrée des impôts et des non-valeurs; cette caution devint si lourde, que la plupart de ces magistrats municipaux furent réduits à fuir à l'étranger, pour se soustraire aux poursuites iniques du fisc et à l'écrasant honneur de cette charge déclarée héréditaire.

Les Antonins, éclairés par une lueur d'idées plus justes et plus saines, essayèrent de relever le pays des ruines entassées par toutes ces erreurs économiques : Trajan comprit qu'il n'y avait pas à se préoccuper du seul approvisionnement de Rome; il chercha

Digitized by Google

à lever partout les obstacles qui gênaient la circulation des grains dans les provinces, et, en débarrassant le commerce d'un certain nombre d'entraves, à ramener quelque prospérité. L'agriculture reprit même une certaine activité sous son règne, et l'Italie put un jour, pour la première fois, rendre à l'Egypte, en une année de disette, les services qu'elle en recevait depuis plus d'un siècle. Par son économie stricte, avare des deniers publics, Trajan parvint à diminuer les impôts, à supprimer les taxes additionnelles ajoutées aux droits sur les successions; il enleva surtout aux publicains le droit de jugement sans appel en matière d'impôts, source d'injustices et d'abus.

Mais ces intentions excellentes ne purent se soutenir devant les besoins croissants du Trésor; il fallait entretenir d'innombrables armées permanentes pour garder les frontières, des légions d'employés civils pour administrer et contenir les provinces excentriques, impatientes du joug.

Hadrien, Alexandre Sévère, Pertinax, avec des vues économiques plus sages, tentèrent bien aussi de réduire et même de supprimer les péages sur les routes, sur les rivières, à l'entrée des ports; mais le commerce intérieur resta frappé de droits considérables sur les matières premières, sur les travailleurs; l'impôt indirect intervenait partout, sous toutes les formes. Puis, après eux, devant des nécessités tous les jours plus pressantes, tout redevint matière imposable; le revenu foncier, le plus équitablement frappé depuis l'institution du cadastre, fut imposé jusqu'au 1/7e, au lieu du 1/10e et même du 1/20e, qu'il payait autrefois; le cabotage entre deux ports de la même province ne fut même plus affranchi du droit de port, appelé *portorium*. A force de frapper le travail intérieur sous toutes les espèces, on arriva fatalement à tarir complétement toutes les sources de la fortune publique.

Au prix de ces péages, de ces impôts, le commerce ne trouva même pas les plus minces avantages auxquels, par une compensation légitime, il avait bien droit. Cette viabilité fort coûteuse, luxueuse même, conçue dans un but de conquête, sans grand souci des intérêts commerciaux, ne rendit que des services accidentels et incertains. Les voies d'accès à ces grandes artères furent négligées ou peu praticables; les plus belles voies, tracées sans ménagement des pentes, furent d'une exploitation difficile aux lourds

Digitized by Google

charrois; elles servirent surtout, comme l'avoue naïvement Procope, à la rentrée des tributs et des impôts : « *ut omnia tributa velociter et tuto transmitterentur.* » A ce point de vue, notre lettre de change en eût encore réduit à rien l'utilité.

Malgré l'extension donnée par la suite au réseau des voies militaires et provinciales, le transport sur essieux n'eut pas la faveur du commerce, qui, avec une grande intelligence, aima mieux profiter d'heureuses circonstances naturelles : par la disposition éminemment favorable du littoral italien, par l'harmonieuse distribution des provinces tributaires de l'empire autour de cette Méditerranée qui fut un lac romain, et que les Latins appelaient justement *Mare Nostrum*, l'approvisionnement de la grande parasite, le commerce du monde avec le grand marché antique put se faire presque sans effort, par une pente naturelle, porté par les fleuves qui déversaient leurs eaux dans ce grand bassin central, et par ce dernier conduit jusqu'à Rome.

Dans ces vues, l'initiative locale, en Italie et dans les autres provinces, s'attacha à compléter les réseaux secondaires, en les faisant converger vers les voies navigables ou vers les ports.

Les routes de terre ne servirent le plus souvent qu'à franchir les faîtes, à relier les points où la navigation finissait, à ceux où elle recommençait; les transports firent parfois des détours énormes, se soumirent à des transbordements sans nombre, pour suivre des lignes de navigation et profiter de ces avantages naturels, hors de prix pour eux. Nous n'en citerons qu'un exemple qui nous paraît peindre très-nettement cette situation : malgré les nombreuses et grandes voies qui reliaient directement à Rome le pied des Alpes et la Gaule cisalpine, de Milan à Ravenne, les produits de cette contrée gagnaient le Pô par ses affluents, descendaient à Ravenne, se rendaient par mer à Pesaro ou à Fano, remontaient la Fóglia ou le Métauro le plus haut possible, empruntaient la voie Flaminienne pour franchir l'Apennin, et se rembarquaient à *Trusiamnum* sur le Tibre pour arriver à Rome. Les sujétions de pareilles étapes marquent bien les grandes difficultés qu'offrait alors le transport sur les routes, et dont il faut imputer une bonne part à l'imperfection du matériel roulant, aux vices des attelages, au manque de chevaux et de bêtes de trait, ce que nous laisse soupçonner la faiblesse numérique de la cavalerie dans les armées romaines.

Digitized by Google

Les voies navigables et les ports à l'embouchure des fleuves eurent donc une très-grande importance à l'époque romaine; ils absorbèrent presque tout le mouvement commercial de ce temps; les villes au confluent des rivières prirent elles-mêmes de grands développements, et les corporations de *nautes* ou de mariniers des fleuves et rivières acquirent alors une influence considérable, qu'elles retrouveront et garderont dans le Moyen-Age, tant que les routes n'offriront que des ressources précaires et dédaignées.

Les provinces, moins bien dotées sous le rapport du littoral maritime, complétèrent, chacune, selon son génie et ses besoins, leur réseau de routes intérieures, pour desservir les voies navigables, relier les grands centres et les grands bassins de production; le type le plus complet de cette viabilité intérieure nous sera fourni par la Gaule.

RELATIONS COMMERCIALES.

Pour satisfaire aux mille besoins de la vie et du luxe dans la société romaine, de grands courants commerciaux durent s'établir en dépit de toutes les entraves. Les grands commissionnaires internationaux furent d'abord les Phéniciens, après eux, les Carthaginois, les Égyptiens, les Grecs et les Massaliotes, qui firent tous payer fort cher leurs services aux Romains; ceux-ci, mal conseillés par leurs goûts et leur politique, restèrent longtemps sans apercevoir les immenses avantages naturels que leur avaient réservés le magnifique développement de leurs côtes et une situation sans pareille au milieu même du bassin de la Méditerranée; découragés par des théories économiques détestables et des prohibitions insensées, ils ne firent rien pour constituer une forte marine marchande, et quand, plus tard, sous la pression de la nécessité, au temps des empereurs, ils voulurent s'affranchir des tributs énormes qu'ils payaient à leurs intermédiaires, ils ne purent improviser les moyens de lutter avec succès, et la marine romaine ne put réussir à renverser les monopoles que de simples villes avaient su établir, sur une pratique plusieurs fois séculaire.

Par la Méditerranée, l'île d'Elbe envoyait ses minerais de fer,

Digitized by Google

la Sicile son blé, les îles de l'Archipel ses marbres, la province d'Afrique ses grains et ses marbres.

La Gaule, dont le beau réseau navigable se reliait par des traits d'union bien conçus avec le Rhône et l'Aude, expédiait en Italie, par Narbonne, Arles et Marseille, ses vins, son bétail, les huiles, les draps, les cuirs, les vêtements, les armes, les métaux bruts et travaillés, l'or, l'argent, le plomb, le fer et l'étain.

L'Espagne, par l'Ebre, ou par ces beaux fleuves qui traversaient, à l'ouest, ses plus riches provinces, le *Bœtis*, l'*Anas*, le *Tagus* et le *Durius*, et par les *Colonnes d'Hercule*, envoyait à Rome l'or, l'argent, le cinabre, le plomb, le sparte, le lin, les laines, le miel et la cire.

Les flottes de Carthage et de Marseille s'aventuraient jusqu'aux îles Sorlingues et à la Grande-Bretagne, pour en rapporter l'étain et le cuivre; elles allèrent même, au sud, jusqu'aux rives du Sénégal.

Les cuirs, les peaux, les chanvres, les blés de la Mœsie et de la Pannonie descendaient le Danube, et gagnaient l'Italie par la Mer Noire et l'Archipel, ou bien remontaient le Danube, la Save, la Laybach, franchissaient sur essieux les Alpes Noriques, descendaient à Aquilée par le Natisone, et de là se rendaient à Rome.

La Grèce fournissait ses tissus fins, les tapis, les bronzes et les statues.

La province d'Asie embarquait à Trapézonte, à Cyzique, à Smyrne, à Ephèse, à Milet, à Myra, à Séleucie et à Antioche, les poissons salés, les étoffes, les tapis, les meubles, les fers ciselés de la Syrie, de la Cappadoce et du Pont.

L'Égypte expédiait, par Alexandrie ou Péluse, les nombreux produits de son active industrie : les blés, les toiles, les lins, la verrerie, la poterie, le papyrus, les marbres, les soies d'Alexandrie, le pourpre et le maroquin de Phénicie, etc.

A côté de ce *commerce intérieur*, qui s'exerçait dans le champ des possessions romaines, le *commerce extérieur*, avec l'extrême Orient, avait pris dès longtemps une importance telle, que les grands peuples antiques s'en étaient déjà disputé le monopole au prix des guerres les plus sanglantes. C'était, quinze siècles même avant notre ère, le rêve des grandes ambitions : la possession du commerce avec l'Inde était un gage assuré de puis-

Digitized by Google

sance, et les peuples, qui parvenaient à s'en emparer, tenaient de lui, avec la richesse, une influence prépondérante dans le monde.

Les Assyriens et les Égyptiens lui avaient dû leur puissance et leur grandeur; Ninive, Thèbes et Babylone s'arrachèrent tour à tour ce monopole envié ; après des luttes gigantesques, Rhamsès-le-Grand ou Sésostris parvint à détourner, des vallées du Tigre et de l'Euphrate, ce courant fécond vers l'Égypte ; puis, Babylone en recouvra la plus grande partie ; elle était devenue le grand entrepôt du commerce de l'Inde, quand Alexandre voulut le conquérir à son tour ; l'Euphrate était alors encaissé entre de magnifiques quais en briques, et encombré de navires qui venaient de l'Inde par le Golfe Persique, et remontaient pour envoyer leur chargement à Alep, à Antioche et aux côtes de la Méditerranée. La Perse, enrichie par ce commerce, jouissait d'un luxe étonnant et d'une prospérité sans égale ; Alexandre s'en empara, et mit du même coup, un peu plus tard, par la conquête de l'Égypte, la main sur la seconde voie, pleine d'avenir, ouverte au commerce de l'Orient, et, dès lors, sur ce commerce tout entier. Avant lui, sous l'apparence légendaire de la Toison-d'Or, les Argonautes avaient déjà essayé de conquérir pour la Grèce la troisième voie suivie par le commerce de l'Orient, celle de la Colchide, par l'Orion, le Cyrus et la Caspienne : Alexandre avait également étendu jusque-là ses conquêtes.

Cette politique, consacrée par ces illustres précédents, poussa les Romains sur les traces d'Alexandre : Trajan conquit successivement l'Arménie, la Colchide, et s'avança contre les Parthes ; il jeta un pont sur le Tigre, et enleva, dans une première campagne (105), la Mésopotamie à Khosroès ; dans une seconde (115), il prit Ctésiphon, Séleucie, Suse et toute la Syrie ; il fit construire une flotte sur le Tigre, parcourut tout le Golfe Persique : « Si j'étais plus jeune, disait-il, j'irais conquérir les Indes. » Il s'en consola en soumettant l'Arabie. Mais ces dernières conquêtes ne furent pas durables ; une grande partie des peuples soumis se soulevèrent avant la mort de Trajan, et Hadrien dut abandonner ces nouvelles provinces, pour revenir aux limites de l'empire d'Auguste.

Plus tard, les Arabes s'emparèrent de ces importants débouchés ; Colomb et Vasco de Gama cherchèrent à leur enlever ce

Digitized by Google

commerce, en découvrant des voies de détournement; longtemps l'Espagne, le Portugal, la Hollande, la France et l'Angleterre se le disputèrent; l'Angleterre parvint à s'en rendre maîtresse jusque dans sa source féconde, but éternellement offert aux ambitions des peuples; Napoléon faillit donner à son génie la tâche de le conquérir à la France; la Russie est prête à fondre à son tour sur cette riche proie, que l'ouverture du Canal de Suez vient de mettre à la portée d'un plus grand nombre de convoitises.

Comme aujourd'hui, dans les temps anciens, l'Arabie, la Perse, l'Inde, l'Asie Centrale, et jusqu'à la Chine, envoyaient en Occident les perles et les pierres précieuses, la soie, les étoffes de soie, de coton et de laine, les tissus d'or, les tapis, les écailles de tortue, l'ivoire, l'ébène, les bois précieux, les émaux, les armes, les métaux ciselés, les verreries, les vases murrhins, les meubles, les vernis, les aromates, l'encens et les parfums.

Ces produits, pour gagner l'Europe, suivaient trois voies principales :

1° La Mer d'Oman, la Mer Rouge, le Canal des Ptolémées, le Nil, avec Alexandrie pour entrepôt principal; plus tard, quand le canal cessa de fonctionner, les marchandises étaient débarquées à Myos-Hormos, et dirigées, par caravanes, sur Coptos, d'où elles redescendaient, par le Nil, à Alexandrie;

2° La deuxième route venait par le Golfe Persique, remontait l'Euphrate, navigable jusqu'à la hauteur d'Alep, vers Balis aujourd'hui, puis, par une traversée de 200 kilomètres environ, les caravanes gagnaient Alep, la vallée de l'Oronte, Antioche et l'ancien port de Séleucie (aujourd'hui Soueïdie);

3° La troisième route remontait de l'Inde par l'Indus, ou débouchait directement du Plateau central sur l'Oxus (Amou-Daria), qui déversait alors directement ses eaux dans la Caspienne; puis, elle pouvait gagner la Mer Noire, par le Cyrus et le Phase.

Les arrivages à destination de Rome débarquaient à Ostie, à Pouzzoles ou à Terracine : le Tibre et deux belles voies reliaient Ostie à Rome; Pouzzoles communiquait avec elle par la grande voie Appienne; Terracine pouvait emprunter aussi cette voie et le canal navigable fait pour l'assainissement des Marais-Pontins.

Pline estimait que les importations s'élevaient déjà, de son temps, à une valeur de 180 millions de francs.

Digitized by Google

Il est intéressant de connaître les résultats de ces systèmes et de ces erreurs sur le prix des choses, des salaires, et de pénétrer ainsi, d'un coup-d'œil curieux, dans l'intimité de la vie romaine. Il faut présenter auparavant un tableau qui résume les mesures et les monnaies de Rome, dont le système fut, comme jusqu'à notre temps, mixte, c'est-à-dire, en partie décimal, en partie duodécimal.

MESURES DE LONGUEURS ET ITINÉRAIRES.

Les mesures de longueur furent :

La *palme majeure,* qui valait. . . . . $0^m,2234$

Le *pied romain,* qui valait. . . . . $0^m,29556$

et se divisait en 4 *palmes mineures,* et celle-ci en 4 *doigts*, valant ainsi $0^m,01847$;

Le *cubitus,* employé par Vitruve, était de $0^m,4433$;

Le *grand pas* romain, *passus major,* était de 5 pieds, et valait $1^m,481481$;

Le *petit pas,* ou *passus minor,* valait 2 pieds et demi, soit $0^m,74074$;

Le *decempeda* était de 10 pieds, et l'*actus,* de 120 pieds ;

Le *mille romain* (*milliarium passuum*) était de *5,000 pieds* ou de *1,000 pas,* soit de $1481^m,481$ (on en comptait 75 au degré).

Les Anciens comptaient encore par *stades*, mesure très-variable suivant les contrées :

Il y avait le *stade olympique* (1/8e de mille), de $185^m,185$;

Celui de 700 au degré, qui fut employé par Strabon, valait $158^m,70$;

Un autre, appelé *petit stade*, ou *stade astronomique,* de 400000 au grand cercle, valait $100^m,00$.

Ces différences jettent souvent la plus grande incertitude sur les évaluations des auteurs anciens.

MESURES DE SUPERFICIE.

L'unité de superficie était le *jugère* ($25^{ares},28$), qui était le double de l'*actus quadratus,* lequel valait 4 *clima ;*

Digitized by Google

Le *clima* était de 36 *decempeda quadrata* (100 pieds carrés);

L'*hæredium* était de 2 *jugères*, et la *centuria* valait 100 *hæredia*.

MESURES DE CAPACITÉ POUR LES LIQUIDES.

Pour les liquides :

L'*amphora* ou *quadrantal* était une mesure d'un pied cube, ou de 26^{lit},0123; elle valait 2 *urnes* ou 3 *modii*;

Le *culeus* représentait 20 *amphores*;

Pour les matières sèches, il y avait le *sextarius*, d'une contenance d'un demi-litre;

Le *modius*, un tiers d'*amphore*, valait 8^{lit},671;

Le *médimne* était le double de l'*amphore*.

POIDS.

L'*as* ou livre romaine pesait 326^{gr},337; il se divisait en 12 *onces* de 24 *scrupules*; l'once valait ainsi 27^{gr},197, et le scrupule 1^{gr},133.

MONNAIES.

Bronze. — L'*as* de bronze valut 1/10e du *denier* d'argent; il pesa d'abord une livre, puis on le réduisit successivement à 2 onces, en —217 à une once, et enfin à une demi-once en —191, et même moins, plus tard.

Les monnaies d'argent et d'or subirent des réductions bien plus nombreuses et bien plus graves.

Argent. — La livre d'argent paraît avoir valu 65 fr. 21 dans l'origine (soit 199 fr. 84 le kilogramme). L'unité fut le *denier* (40 à la livre) qui valut d'abord 1 fr. 83, et se divisait en 4 *sesterces;* vers —269, le denier ne valait plus que 1 fr. 63. En —244, on divisa la livre d'argent en 75 deniers, qui ne représentèrent plus chacun que 0 fr. 87, pour descendre peu après, de —211 à —49, à 0 fr. 78, au fur et à mesure de l'affluence plus grande de l'argent des mines.

Or. — L'or fut assez rare pendant les cinq premiers siècles

Digitized by Google

de Rome; l'unité fut le *scrupule* (288 à la livre), qui valut cinq *deniers* argent ou 3 fr. 881.

Il y eut ensuite le *solidus* (72 à la livre) dont la valeur varia de 15 fr. 61 à 15 fr. 10; puis, l'*aureus* (40 à la livre), qui valut 25 *deniers* argent ou 60 *sesterces*.

César fit opérer un remaniement général des monnaies d'or et d'argent : l'*aureus* (de 40 à la livre) qui valut toujours 25 *deniers* d'argent, représenta 27 fr. 95, le *denier* 1 fr. 12.

Sous les empereurs, l'*aureus* et le *denier* subirent parallèlement une série de réductions successives qui leur attribuèrent les valeurs décroissantes suivantes :

Sous	César,	Auguste,	Tibère,	Claude,	Néron,	De Galba aux Antonins.
Denier argent.	1 fr. 12	1 fr. 08	1 fr. 06	1 fr. 05	1 fr. 02	1 fr. 00
Aureus.....	27 fr. 95	26 fr. 89	26 fr. 56	26 fr. 35	25 fr. 42	24 fr. 93

L'*aureus* arrivait, à la fin, à être contenu jusqu'à 45 fois dans la livre d'or, et le *denier* environ 60 fois dans la livre d'argent. A cause des difficultés d'extraction et de préparation de l'argent, à cette époque, le rapport de l'or à l'argent ne fut que de 12 à 1, au lieu de 15, 50 à 1, comme de nos jours. Le rapport du cuivre à l'argent varia de 100 à 400 pour 1.

Le titre de la monnaie d'or, d'Auguste à Vespasien, était compris entre 0.998 et 0.991, soit en moyenne à 0.9945; c'était presque de l'or pur. L'argent paraît avoir été généralement à 0.960 de fin. Jusqu'en —250, la monnaie fut coulée; par la suite, on se mit à la frapper entre des coins de bronze.

Plus tard, sous Dioclétien, l'*aureus* fut réduit à 60 à la livre; il pesait 5^{gr},45, ce qui représentait, à 3 fr. 30 le gramme d'or fin, environ 17 fr. 78; l'unité monétaire courante paraît avoir alors été le *follis*, denier de cuivre étamé, qui valait 1/288e de l'*aureus*, soit environ 0 fr. 062.

Ces changements continuels bouleversaient à chaque instant le prix de toutes choses, et les habitudes commerciales subissaient des perturbations désastreuses; sous le Bas-Empire, Valentinien III, Arcadius et Honorius comprirent seulement les premiers, que la fixité et l'inviolabilité du signe représentatif de la valeur sont des nécessités rigoureuses d'ordre public.

Digitized by Google

Il serait important, pour connaître la valeur *potentielle* de l'argent, d'en pouvoir comparer le poids et la valeur au poids et à la valeur du blé, qui représente le service rendu le plus net, et, par suite, l'unité la moins variable d'un temps à l'autre.

On n'a malheureusement pas de données très-précises sur le prix du blé : on trouve pour le *modius* de blé (environ 6k,60), des prix de quatre *sesterces* ou un *denier* argent, mais la valeur de cette unité monétaire varia de 1 fr. 63 à 1 fr. 00, et même moins ; au cours le plus élevé, cette estimation représenterait 18 fr. 75 l'hectolitre ; ce prix était bas, ou dut considérablement hausser par la suite, car nous trouverons plus loin que le seigle était coté 21 fr. 55 au temps de Dioclétien ; bien que frappé par des taxes officielles d'une sévérité impitoyable, le prix du blé ne put être alors inférieur à 21 ou 22 francs l'hectolitre ; c'est à peu près le prix moyen actuel, ce qui assignerait presque le même rapport de 1 à 800 pour les poids d'argent et de blé échangeables aux deux époques.

PRIX ET SALAIRES.

Pour les prix des autres denrées et des autres services, nous en trouvons des traces dans ces *lois de maximum* édictées contre les marchands, monuments économiques qui sont parvenus jusqu'à nous, et qui datent de Dioclétien, de Théodose, d'Arcadius, de Valentinien et de Valens. Le plus important de tous est l'*Inscription de Stratonicée,* qui nous a conservé un édit de Dioclétien (+ 301) sur ces matières. Le préambule accuse le commerce, les fournisseurs, les accapareurs, d'avoir fait la cherté excessive, alors qu'il n'eût fallu s'en prendre qu'au luxe effréné du temps, à l'abandon de tout travail producteur, à la rupture de tout équilibre entre les ressources et les dépenses des particuliers, et surtout aux fautes de l'administration impériale ; le signataire de l'édit, sans même chercher si loin, pouvait se reprocher à lui-même son avarice insatiable, les charges imposées par ses armées et ses légions de fonctionnaires ; à son impulsion, les municipalités avaient entrepris des travaux insensés, s'étaient endettées outre mesure ; les particuliers pliaient sous le poids des impôts de toute sorte ; les altérations continuelles du numéraire paralysaient les transactions, de façon qu'on rencontrait la cherté au milieu de

Digitized by Google

l'abondance, et que la misère publique croissait tous les jours en même temps que le luxe de certains particuliers.

Pour porter remède à cette situation, l'empereur, par un édit, fixait le prix de toutes choses, prix qu'on ne pouvait dépasser sans encourir la *peine capitale,* et qui servait de base au règlement des fournitures des armées et des réquisitions ; ce tarif était le le même pour toutes les provinces de l'empire !

Ces lois de maximum, que les temps de révolution ont essayé parfois de reprendre, eurent le sort de toutes les lois qui choquent les droits les plus élémentaires, la justice et la liberté ; elles tombèrent vite en désuétude, mais non sans avoir fait couler beaucoup de sang. D'autres empereurs y recoururent encore, comme à un expédient simple et toujours prêt, mais sans plus de succès.

De ce monument épigraphique laissé par Dioclétien, on a pu rassembler les fragments épars et reconstituer l'ensemble, mais il est difficile de bien préciser la valeur de l'unité, figurée par le sigle ∘.

Dureau de Lamalle l'estime à 0 fr. 025, M. Le Bas à 0 fr. 04, M. Mommsen à 0 fr. 10; M. Beulé pense que c'est le *follis,* contenu 288 fois dans l'*aureus* de Dioclétien, qui valut environ 17 fr. 78; le *denier* de l'édit vaudrait alors 0 fr. 062; c'est sur cette base que M. Beulé a calculé les évaluations suivantes, en faisant remarquer que si l'unité est erronée, on n'en trouve pas moins la valeur relative des choses nécessaires à la vie, et les prix comparatifs des différents services.

Le prix du blé manque, mais les autres objets de consommation valaient :

Le seigle 16 deniers le muid italique, ou	21 fr. 55	l'hectolitre,
L'avoine 8 — — —	10 fr. 75	—
Les lentilles, les poix, les haricots, les fèves, le même prix maximum de 100 deniers le muid italique, ou.. . . .	134 fr. 00	—
Le bœuf, le mouton, la chèvre . .	1 fr. 52	le kilogr.
Le porc.	2 fr. 20	—
Un poulet	1 fr. 52	la pièce.
L'huile ordinaire.	1 fr. 30	le litre.
L'huile fine	2 fr. 50	—

Digitized by Google

Les huîtres et les œufs étaient assimilés comme prix, et valaient 6 fr. 20 le cent.

Les vins de la Sabine, de Tibur, de Picénum, de Falerne, de Sorrente, se payaient 0 fr. 92 le litre, ce qui semble indiquer qu'ils étaient ou bien rares, ou surchargés de droits.

Les salaires des ouvriers et manœuvres étaient, en sus de la nourriture comptée à 1 franc environ par jour :

Anier, muletier, chamelier,	20	deniers, ou	1 fr. 25
Cultivateur.	25	—	1 fr. 55
Tailleur de pierre, maçon, menuisier, charron, serrurier, chaufournier.	50	—	3 fr. 10
Marbrier, mosaïste	60	—	3 fr. 72
Peintre en bâtiments	70	—	4 fr. 34
— décorateur.	150	—	9 fr. 30

Les arts libéraux et l'enseignement étaient moins rémunérés que le travail du maçon : les professeurs gagnaient 50 deniers par mois et par élève; il leur en fallait au moins trente pour gagner la journée d'un tailleur de pierre, et encore n'étaient-ils pas nourris!

Au temps de Cicéron, le salaire des journaliers était de 0 fr. 80; au temps de l'édit, 400 ans plus tard, il était de 1 fr. 55 : il avait doublé; chez nous, l'augmentation a suivi une marche plus rapide, les prix ont triplé depuis quatre siècles, mais de nos jours la main-d'œuvre est singulièrement plus demandée que sous Dioclétien.

On trouve encore dans l'édit le prix maximum de quelques objets de luxe : 620 fr. pour la livre de soie blanche de Chine, 9,300 fr. pour la livre de soie pourpre d'Asie.

Ces prix étaient tellement bas, que les marchands se refusaient à vendre, au risque de leur vie.

En supposant qu'il faille les augmenter assez sensiblement pour avoir la vraie valeur du temps, on trouve que les choses très-ordinaires coûtaient alors moins cher que de nos jours, que les objets plus recherchés valaient notablement plus cher, que les marchandises de luxe étaient hors de prix.

Un jugère de terre, de moyenne qualité, valait, d'après Columelle, 267 francs (moins de 550 francs l'hectare), sous l'Empire, alors que la terre était assez peu recherchée.

Digitized by Google

Les esclaves valaient de 1,000 à 1,800 francs; on estimait leur travail à 50 0/0 de celui des hommes libres; on lui attribuait une valeur de 1 fr. par jour.

Un cheval valait 500 francs au temps de Romulus, 300 francs d'après le code Théodosien.

La solde des troupes fut de 100 as par mois jusqu'en — 218, malgré les réductions successives de l'as, qui l'abaissèrent de 18 fr. à 8 fr. 70, soit par jour de 0 fr. 60 à 0 fr. 29. Jules César la doubla et la porta à 5/8e de denier par jour, ou 0 fr. 70; Domitien l'éleva à 5/6e de denier (0 fr. 83). Il y eut, en surplus, des allocations fournies en nature aux soldats (blé, orge, lard, vin, huile, bois, et jusqu'à des parfums, sur la fin de l'Empire), mais sans doute en campagne seulement et dans les provinces occupées.

Les officiers recevaient ces fournitures personnelles; les tribuns avaient quatre parts de soldat dans les distributions et le partage du butin.

Pour les recrues, les remplaçants, les engagés et les réengagés, les primes varièrent de 36 à 80 *aurei*, avec une première mise d'équipement.

Après avoir rapidement indiqué la centralisation excessive et les erreurs politiques et économiques dans lesquelles fut emprisonnée alors l'activité humaine, il nous faut rechercher quel concours direct l'État exigea d'elle, et quels services il lui rendit en retour.

Digitized by Google

CHAPITRE II

REVENUS ET CHARGES DE L'ÉTAT.

Nous ne nous attacherons pas à suivre l'œuvre de Romulus dans sa glorieuse, mais pénible gestation; nous la prendrons à sa maturité, à l'avénement d'Auguste, au moment où la civilisation romaine jette le plus vif éclat, où tout à la fois les armes, les lettres et les arts concourent à élever des monuments impérissables à la gloire du nom romain. Sous la main d'Auguste, les traces des guerres civiles s'effacent, la restauration intérieure est fermement entreprise, l'organisation de l'empire se fortifie et s'achève; solidement reconstitué, ce grand corps va fonctionner régulièrement, en dépit de quelques secousses, pendant deux siècles.

Nous observons déjà les essais d'administration les mieux entendus, les tentatives les plus modernes, oserions-nous dire, pour rompre avec la routine du passé, et engager l'empire dans une voie plus féconde. Admirablement secondé par des ministres comme Mécène et Agrippa, le génie d'Auguste nous étonne à travers dix-neuf siècles par son originalité et sa puissance.

Suétone nous apprend qu'Auguste dressa le premier un *budget* avec ce que nous pourrions appeler l'*Exposé de la situation de l'empire*, le *Livre bleu* d'alors; sous le nom de *Rationarium* ou de *Breviarium imperii*, écrit tout entier de sa main, il établissait le résumé des ressources, l'état des tributs, des impôts directs et indirects, la situation des flottes et des provinces, le nombre de citoyens et d'auxiliaires sous les armes, l'état des dépenses nécessaires et des gratifications. Malheureusement, ce texte précieux n'est pas venu jusqu'à nous, et il est bien difficile de le reconstituer avec les éléments incertains et épars que nous possédons.

Digitized by Google

Un chapitre fort important et fort long de cet exposé officiel devait être celui des impôts, que nous allons essayer d'énumérer, sans être certain de n'en pas oublier.

IMPOTS DIRECTS. — CADASTRE.

L'impôt direct était un des mieux assis de l'ancienne Rome. Il reposait sur un cadastre bien fait, commencé sous Servius Tullius. César le fit reprendre par des géomètres grecs, avec le plan des propriétés de l'empire; Auguste fit achever cette œuvre considérable et la fit graver sur cuivre; un corps nombreux d'ingénieurs (*agrimensores*) était chargé de ce service; Frontin nous a transmis le nom de l'ingénieur en chef du cadastre de l'empire, Balbus.

Ce cadastre comprenait un plan complet des parcellaires, avec des *tabulæ censuales*, sortes de registres matricules, portant l'indication des contenances, de la qualité des fonds, de la nature des cultures, du nombre d'arbres, des produits, des bornages, des quotités d'impôts à payer. Les censeurs avaient le contrôle des opérations cadastrales dans leurs principales attributions. On poussait même le recensement aux détails les plus minutieux, aux meubles et aux vêtements; les feuilles matricules du contribuable sont parvenues jusqu'à nous; elles relèvent la liste, avec l'âge, la qualité, la profession, le lieu de naissance, les revenus, de tous les membres de la famille, le nombre des esclaves avec leur âge et leur profession.

Les impôts directs étaient :

1° La *capitation*, payée seulement dans les provinces.

2° L'*impôt foncier (decima)* frappé à l'origine dans la proportion d'un dixième sur les produits en blé, d'un cinquième sur les autres fruits; on le paya d'abord en nature; il grevait très-lourdement les provinces. A la réfection du cadastre, Auguste fit faire une péréquation nouvelle, et recommanda le paiement des taxes en argent. Par une fiction légale, le chef de l'État était censé propriétaire du sol, qu'il cédait à l'usufruitier contre la redevance dite. Dans les provinces, cette fiction était presque une réalité.

3° L'impôt du *dixième* des produits sur les mines et carrières

Digitized by Google

privées; les mines publiques et celles des pays conquis furent le plus souvent exploitées en régie par l'État, ou affermées à des exploitants ou aux publicains; les redevances se payaient en produits ou en argent.

Certaines industries extractives s'acquittaient de leurs redevances en nature (briques, chaux, moellons, verre, etc.).

4° L'impôt sur le bétail, les transhumances, les pâturages publics *(scriptura)*, payé quelquefois en nature, en têtes de bétail.

5° Les droits sur les portes et fenêtres *(ostiarium)*, sur les colonnes, sur les tuiles, sur les cheminées des maisons de Rome.

6° L'impôt des patentes *(vectigal artium)*, mais restreint aux arts de luxe.

7° L'impôt sur les esclaves.

8° Les impôts sur les chiens, les bêtes de somme, etc.

IMPOTS INDIRECTS ET PÉAGES.

Les impôts indirects ne furent pas moins nombreux; ils comprenaient :

1° Les droits sur les objets de consommation (un centième *ad valorem*) ;

2° L'impôt sur le sel;

3° Les droits de vente dans les foires ou marchés ou à l'enchère (un vingtième);

4° Les droits d'octroi *(tributa ostiorum)*, perçus à l'entrée de Rome et des villes;

5° Les droits de port *(portorium)*; de un quarantième *ad valorem* dans l'origine, il s'éleva jusqu'à un huitième sous Justinien;

6° Les droits de douane perçus à toutes les frontières, sur toutes les marchandises, d'un quarantième de la valeur, d'où son nom de *quadragesima;*

7° Les péages sur les ponts, sur les routes, sur certaines rivières ou certains canaux *(vectigalia)*;

8° Les droits sur les successions; ce droit d'un vingtième (*vicesima*) ne frappait que les citoyens; pour obtenir davantage, Caracalla donnera le titre de citoyen à presque tous les provinciaux et élèvera le droit au dixième;

9° Le droit sur la vente des esclaves (un cinquantième);

Digitized by Google

10° Le droit sur l'affranchissement des esclaves *(vicesima manumissionum,* un vingtième);

11° Les droits municipaux de prise d'eau sur les aqueducs, d'égouts, etc.

Il y eut enfin une foule de taxes plus ou moins singulières qui frappèrent le célibat, puis le mariage, le luxe, etc.

Il y avait encore des droits payés, dans l'origine, par certaines corporations ouvrières, en échange de certains monopoles exclusifs, comme ceux que les porteurs et débardeurs des ports acquittaient par une redevance du huitième de leur gain journalier, sous Caligula.

Outre ces impôts payés en nature ou en argent, nous rencontrerons encore l'impôt du travail, la corvée et la réquisition des corporations, qui constitueront deux des principales ressources des Travaux publics.

Ces impôts variaient beaucoup d'une province à l'autre, d'un contribuable à l'autre, avec la qualité et les droits politiques de chacun; ces inégalités devaient singulièrement favoriser les fraudes et les exactions.

L'assiette de la plupart des impôts était si arbitraire, si défectueuse, que certaines villes considéraient comme un privilége précieux la faculté de pouvoir répartir elles-mêmes dans leur sein les charges dont elles étaient frappées.

PERCEPTION.

Le mode de perception rendait, en effet, les impôts encore plus onéreux. Ils étaient affermés, à l'adjudication, par *lustre* (série de cinq années), aux publicains, chevaliers romains qui formaient une corporation ou une classe très-influente, et étaient investis d'un droit de juridiction sans appel en matière fiscale. Tout-puissants à Rome, ils étaient fort redoutés des gouverneurs, proconsuls ou propréteurs des provinces, qui fermaient les yeux sur leurs déprédations, s'ils n'en partageaient pas les bénéfices. Les publicains purent ainsi taxer arbitrairement jusqu'à 48 pour cent l'intérêt des sommes arriérées dues au Trésor. Le plus souvent les publicains rétrocédaient avec primes leur perception, et la

Digitized by Google

divisaient entre des traitants et sous-traitants, qui n'étaient que plus âpres vis-à-vis des contribuables.

Les exigences du fisc devinrent si farouches, que l'on vit Constantin refuser d'admettre les non-valeurs dans la perception des impôts, en rendre responsables les collecteurs, qui les rejetèrent sur la masse des contribuables devenus ainsi solidaires les uns des autres, ou sur les décurions des municipalités; il se déclara, dès lors, entre le fisc et les contribuables, une guerre de ruses et de vexations de toute sorte.

Le Trésor public comptait, en outre, des recettes extraordinaires, dons gracieux ou libéralités des citoyens, confiscations, butins de victoire, ou contributions de guerre frappées par centaines de millions sur les provinces ou les peuples vaincus.

Avec une telle multiplicité d'impôts, la plupart excessifs, et une population de 120 millions d'âmes dans l'ensemble de l'empire, le revenu total du Trésor aurait dû atteindre un chiffre énorme ! Les produits furent très-variables, mais ils semblent, dit Gibbon, n'avoir pas dépassé 450 millions de francs pour le Trésor public. M. Guizot pense cependant qu'en réunissant les revenus de l'État, des provinces et des municipalités, on devait arriver au chiffre de 960 millions.

TRÉSORS PUBLICS.

Il y avait deux Trésors :

I. Le *Trésor du Peuple*, autrefois appelé *Trésor de Saturne*, qui devint sous l'Empire le *Trésor du Sénat* (*ærarium*), et comprenait cinq sections :

1° Le Trésor Ordinaire avec ses réserves;

2° Le Trésor Militaire, qui payait les armées et les retraites des anciens soldats ;

3° Le Trésor du Butin ;

4° Le Trésor des Enseignes, où se gardaient les armes et les aigles des légions, ainsi que les drapeaux pris à l'ennemi;

5° Le Trésor des Archives.

II. Le *Trésor du Prince* (*fiscus*), qui forma d'abord une

Digitized by Google

sorte de cassette particulière, alimentée par certains revenus et certains impôts.

Les 30 provinces de l'empire se partageaient, sous Auguste, en :

19 Provinces du Prince, plus particulièrement administrées par lui ; c'étaient les anciennes provinces centrales; leurs revenus allaient pour une large part au (*fiscus*),

Et *11 Provinces sénatoriales*, dont l'administration fut abandonnée au Sénat ; leurs impôts allaient à l'*ærarium*.

Sous les Antonins, le *fiscus* absorba l'*ærarium*, et il n'y eut plus qu'un seul Trésor public sous la main des empereurs. Mais il ne centralisa pas toutes les recettes et toutes les dépenses : l'empire romain constituait, comme les États-Unis actuels, une agglomération, une fédération de provinces, de cités et de municipes, chargés de tous les services locaux, le Trésor public ne se réservant que les dépenses de l'armée et de l'administration centrale.

En prenant même le revenu public calculé par M. Guizot, on peut s'étonner du produit, relativement faible, d'impôts si nombreux, si variés et si lourds, frappant une masse de 120 millions de contribuables, quand, de nos jours, la France, avec une population trois fois plus faible, porte assez allègrement encore au Trésor un contingent trois fois plus fort. On peut se l'expliquer en partie par l'épuisement du pays, du commerce, l'anéantissement de l'agriculture, l'injuste répartition des charges; mais ce qui réduisit le plus notablement le produit de l'impôt, ce furent toutes les immunités spéciales ou collectives, qu'il est nécessaire de rappeler.

IMMUNITÉS ET DROITS POLITIQUES.

Les droits civils et politiques, que conférèrent les lois de Rome, furent extrêmement variables; comme ils ne s'appliquaient pas seulement aux hommes, mais aux collectivités, telles que les peuples et les municipes, ils varièrent non-seulement par degrés, mais par nuances, suivant les services rendus ; malgré une grande diversité, il semble qu'on puisse grouper, entre les quelques types suivants, les priviléges principaux :

1° L'*optimum jus civitatis*, ou la *plena civitas*, ou le *jus civium optimo jure*, le *droit quirite* ou de *cité romaine*, enfin,

Digitized by Google

comprenait tous les droits privés et publics : la propriété des immeubles, avec capacité de mancipation, d'usucapion et de vindication ; le *jus connubii*, le *jus commercii*, la pleine puissance paternelle *(patria potestas)* ; l'exemption de l'impôt direct ; le *jus suffragii* (droit de vote pour toutes les magistratures civiles et administratives), et le *jus honoris* (droit d'éligibilité au Sénat et aux plus grandes charges de l'État) ; l'exemption des contributions viles, corvées, réquisitions, etc.

2° Le *jus civitatis privatum*, réduit aux seuls droits privés.

3° Le *jus Latii*, ou *droit latin*, était un degré inférieur, un acheminement vers le droit de cité ; il comprenait le droit de propriété quiritaire, le droit de commerce ou d'échange, le droit de conserver les lois locales, mais ne comportait pas le droit de tester.

Les magistrats de *droit latin*, en sortant de charge, devenaient *cives romani*.

4° Le *jus italicum* pouvait coexister ou non avec le *droit de cité privé* ; il exemptait aussi de l'impôt direct, foncier et personnel, conférait encore le droit de propriété du sol, de mariage (*connubium*), et d'échange, donnait le droit de régler la constitution de la ville, mais non celui de nommer les magistrats locaux, qui étaient envoyés de Rome.

5° Les villes, les provinces, et les peuples vaincus s'appelaient *provinciales ;* ils étaient, en principe, et par le fait de la conquête, dépossédés de tous droits, même de la propriété du sol, qui passait au domaine public romain *(ager publicus)*. Les jurisconsultes du vieux droit civil disaient expressément : « Sur le sol provincial, la propriété appartient au peuple romain ou au prince ; les hommes n'en ont que la jouissance. » En pratique, ils continuèrent à jouir de leurs biens ; ils eurent, du reste, accès aux différents droits reconnus par Rome, mitigés par plus ou moins de restrictions partielles, et chaque individu participait alors aux avantages et aux charges du corps social dont il faisait partie.

L'ager romanus, le berceau de la puissance romaine, fut longtemps seul en possession du *droit quirite, de plein exercice*, qui s'étendit ensuite à une partie de l'Italie, à la Narbonnaise, et à quelques rares colonies.

Digitized by Google

D'autres colonies, les *oppida latina* (camps fortifiés pour la surveillance des contrées insoumises et la protection des routes et des fleuves), n'eurent assez généralement que le *droit romain restreint* ou même le *droit latin;* Lyon, Vienne et Cologne n'eurent, même longtemps, que le *droit italique*. Toutes ces fondations créaient le droit de propriété légale du sol.

Les citoyens investis de droits supérieurs jouissaient des priviléges qui y étaient attachés; ce qui devait contribuer singulièrement à compliquer l'administration dans les provinces.

En dehors de ces divisions, il y avait les étrangers (peuples ou villes), *peregrini*, qui se divisaient en :

1° *Socii*, alliés qui avaient des traités d'alliance avec Rome, qui ne pouvaient faire la paix ou la guerre sans son assentiment, et fournissaient des subventions en argent, et des contingents en hommes commandés par leurs concitoyens; ils conservaient la propriété de leurs terres et de leurs lois, comme les

2° *Fœderati*, qui fournissaient seulement des contingents réguliers et obligatoires, qui furent les *auxiliaires*; enfin les

3° *Deditiii*, ou *stipendiarii*, peuples soumis véritablement sujets et tributaires de Rome, et assez maltraités.

Les villes libres, alliées ou fédérées, conservaient leurs lois, leurs magistrats, ne recevaient pas de gouverneurs de Rome et restaient exemptes d'impôts. Ces municipes eurent des droits égaux, et quelquefois même supérieurs, à ceux des colonies romaines.

En général, Rome traita les pays conquis moins durement qu'on ne le suppose, que ne le ferait croire la sévérité de toute cette classification et de ses lois; elle n'aima pas les rigueurs inutiles, et n'exigea que les sacrifices nécessaires pour assurer la conquête. C'est ainsi qu'elle respecta la vie municipale, les mœurs locales, en réservant ses sévérités et ses coups pour l'ancienne vie nationale, souvent du reste fort peu développée, et pour tout ce qui pouvait la réveiller ou la surexciter.

Les villes restèrent ainsi le plus souvent maîtresses de leurs dépenses, de leurs lois, quelquefois même dispensées de la surveillance d'un gouverneur romain et de la charge d'une garnison romaine; mais on chercha à les *dépayser*, et on y parvint si bien, en effaçant les vieux noms, les anciens souvenirs, et en les séduisant

Digitized by Google

par l'attrait d'une civilisation nouvelle toute pleine de promesses, que les peuples soumis arrivèrent spontanément à sacrifier, pour prendre ceux de leur vainqueur, leurs lois, leurs usages, et jusqu'à leur langue, le dernier bien des vaincus.

Par des services rendus à Rome, les villes ou les peuples pouvaient s'élever par degrés successifs, ou parfois d'un seul coup, au *droit de cité*.

Sous l'Empire, on arriva même à acquérir assez facilement ce droit précieux : sous Claude, il suffisait de faire quelque construction à Rome, d'y établir un moulin ou de posséder un navire qui eût servi pendant six ans à amener des grains en Italie. Toutes ces différences de droits ne s'effacèrent complétement que sous Antonin et Caracalla. Les provinces sénatoriales jouirent d'une administration plus favorable encore au développement des libertés publiques que les provinces impériales.

PRESTATIONS.

Ces droits politiques influaient directement sur l'assiette des impôts et des prestations diverses : certains d'entre eux exemptaient de toutes les *contributions viles* (*sordida munera*), celles qu'on payait de sa personne, et laissaient leurs titulaires astreints aux seuls impôts *honorables*, ceux payables en argent.

On fut alors parfois obligé, pour assurer certains services, comme celui de la réparation des chemins, dans les provinces où tout le monde eût été exempté de par le droit de cité, de déclarer que cette prestation était honorable, et de n'en dispenser que les grands-officiers de l'empire.

Le citoyen romain était donc à peu près affranchi de toutes les charges : il n'était passible que d'un impôt foncier modéré, des droits de douanes, d'octroi, de vente des esclaves. Les charges augmentaient par degrés du *droit romain* au *droit italique*. Pour des nécessités plus immédiates que celles du Trésor, pour assurer le recrutement des armées que réclamait la garde de l'empire, il fallut étendre chaque jour le *droit de cité*, et conséquemment restreindre le nombre des imposés : ainsi, en Italie, tandis que le premier cens (— 476) avait accusé 423,000 citoyens romains, ce nombre s'élevait, en — 225, à 2,660,000 ; sous Auguste (— 9), à

Digitized by Google

4,200,000, et sous Claude (— 47), à 6,300,000, d'après Tacite et Eusèbe.

Tous ces priviléges entretenaient une hostilité sourde entre les citoyens, enlevaient toute homogénéité à l'empire et ruinaient le patriotisme ; Mécène, qui fut un grand ministre en même temps qu'un protecteur éclairé des lettres et des arts, conçut le beau projet, rapporte Dion Cassius, de donner le droit de cité à tous les sujets libres, de consolider l'empire en effaçant tous les priviléges odieux, d'imposer personnellement et également tous les citoyens, de répartir uniformément l'impôt, et de le recouvrer par parties ; il proposait encore d'aliéner les terres du domaine de l'État, de constituer avec le produit de cette vente une banque qui prêtât sur garantie, à un taux modéré, les capitaux nécessaires à l'agriculture et à l'industrie : il demandait enfin l'unification des monnaies et des poids et mesures.

Au fond de ces projets, que n'eussent désavoués ni Sully ni Colbert, et que notre temps a vu enfin réaliser, il y avait la pensée politique de dissoudre l'esprit municipal, l'esprit *fédéraliste*, comme on dit aujourd'hui, et de fortifier le principe monarchique, seul capable de donner quelque cohésion à ce vaste empire ; puis, avec l'aide d'une forte discipline militaire et d'une administration ferme et puissante, l'empire eût pu résolument engager la lutte contre la corruption des mœurs, la dissolution intérieure et les attaques de l'extérieur. Mais la toute-puissance de l'empereur dut reculer devant les résistances menaçantes de l'esprit de caste, l'égoïsme intraitable des privilégiés, et cette gloire manqua au règne d'Auguste. Il put être fait cependant une certaine application de ces idées nouvelles : à l'achèvement du cadastre, on fit une nouvelle péréquation plus équitable de l'impôt foncier, et comme il atteignait même les citoyens romains, Auguste réalisa une partie de son rêve en en portant la quotité au sixième du revenu, exigible en argent, au lieu du dixième payable autrefois en nature ; les classes privilégiées furent ainsi appelées à contribuer pour une plus forte part aux charges fiscales.

CHARGES DU TRÉSOR.

Le Trésor public avait à pourvoir aux charges suivantes :

Digitized by Google

La solde ou l'entretien de l'armée, de la flotte militaire, et des arsenaux, et les récompenses et retraites des anciens légionnaires;

Les frais de l'Administration et de la perception des impôts;

Les distributions gratuites et les fêtes au peuple, *panem* et *circenses;*

Les subventions et les allocations aux Travaux publics.

ARMÉE.

L'armée subit des augmentations successives d'effectif, à mesure que les limites de l'empire s'étendirent. Elle se composait, sous Auguste, de 25 légions; la légion comptait 6200 fantassins et 626 cavaliers, avec un matériel de guerre de 10 *onagri* et 55 *carroballistæ;* l'armée comprenait ainsi, sous Auguste, environ :

200,000 hommes de troupes régulieres;
40,000 chevaux;
300 éléphants;
2,000 chariots de guerre;
2,000 vaisseaux de charge;
1,500 galères de combat;

il y avait, en outre, environ 200,000 auxiliaires tenant garnison dans les *castra stativa* des frontières.

Sous Trajan, il y eut 30 légions, sous Sévère 32, et, avec les troupes auxiliaires, environ 500,000 hommes.

Sur la fin de l'Empire, Polybe porte l'effectif de l'armée romaine à 700,000 hommes et 70,000 chevaux, dont 400,000 hommes dans les légions régulières.

Des flottes militaires se tenaient à Misène, à Ravenne, à Fréjus, à Boulogne, sur le Rhône et la Saône, sur la Seine, sur le Danube et dans le Pont-Euxin.

Le service militaire comprenait deux classes : la classe *active,* celle des hommes de 17 à 35 ans d'abord, plus tard de 17 à 45 ans, *juniores;* et une classe de *réserve,* de 35 à 60 ans, par la suite de 45 à 60 ans, *seniores,* qui n'était rappelée que dans les cas de grandes guerres, de *tumultus.*

Digitized by Google

Le célibat était obligatoire dans l'origine; à la libération, on distribuait aux vieux soldats des indemnités en terres.

La solde du soldat romain, payée par l'*ærarium militare*, varia d'abord de 0 fr. 60 à 0 fr. 30 par jour, César l'éleva à 0 fr. 70, Domitien à 0 fr. 83; elle montera beaucoup plus haut, quand les légions mettront le trône et leurs services aux enchères. C'était déjà, sous Auguste, une des plus lourdes charges du budget de l'empire.

Les provinces occupées devaient fournir aux légions les vivres, l'entretien, les armes et jusqu'aux *impedimenta*. Comme celles-ci furent toujours exercées aux travaux publics, elles rendirent en compensation leur travail, et contribuèrent pour une large part à la création de ces belles œuvres que nous admirons, voies, ponts, aqueducs, amphithéâtres, palais, et jusqu'à des villes entières, qu'elles parvinrent à élever avec leurs seules ressources.

Comme les anciennes vertus romaines, l'esprit de discipline laborieuse disparut à son tour des vieilles légions pour se réfugier chez leurs cadettes, les légions auxiliaires et ces légions gauloises et thébaines qui furent l'honneur de l'empire.

Auguste chercha vainement à fonder une sorte de caisse de retraites et de récompenses pour les soldats, en remplacement des indemnités payées en terres; le Sénat s'y opposa toujours, par crainte de livrer une arme trop puissante au despotisme impérial.

ADMINISTRATION.

L'Administration de l'Italie et des provinces romaines présenta les rouages les plus compliqués; nous en retrouvons le tableau complet dans la *Notice de l'Empire (Notitia dignitatum)*, sorte d'*Almanach impérial* qui nous transmet la liste fort longue des dignités, des ressorts, des divisions territoriales, l'énumération des troupes, des fabriques, des arsenaux, et la pléiade des titulaires de tous les emplois.

Cette organisation, très-complète et très-forte, devait coûter des sommes considérables au Trésor et aux provinces, qui, sous le nom de *salaria*, devaient subvenir à l'entretien et à une grande partie des dépenses de ces fonctionnaires.

Digitized by Google

DISTRIBUTIONS ET LARGESSES.

Le chapitre des distributions et largesses au peuple fut un des plus chargés du budget impérial.

Quand Rome regorgea d'oisifs venus de tous les points de l'empire, de soldats congédiés, d'affranchis, pour éviter des émeutes dans ces masses qui n'étaient capables de rien de mieux, il fallut les garder de la faim, mauvaise conseillère; on dut organiser d'immenses distributions régulières de vivres; ce fut le service très-important de l'*annone*, qui dut y pourvoir, en occupant une légion de fonctionnaires, avec des préfets aux ports d'arrivage, des procureurs *(procuratores)* aux ports d'expédition à Alexandrie, à Péluse, en Sicile, pour le rassemblement et l'envoi des blés, deux flottes de transports, celle d'Alexandrie et celle d'Afrique, des corporations d'ouvriers pour les manutentions, et de *frumentaires* pour les distributions.

Sous César, 450,000 citoyens, et avec leurs familles, 12 à 1,500,000 individus, recevaient cette charité officielle, à raison de 5 *modii* ou 33 kilogrammes de blé par mois et par tête. Sous Néron, il fallait importer normalement jusqu'à 9 millions d'hectolitres de blé pour nourrir ces bouches inutiles et combler le déficit de la production. Agrippa dit même que, de son temps, l'Afrique nourrissait le peuple romain pendant huit mois de l'année, et l'Égypte pendant les quatre autres.

Les riches affranchissaient leurs esclaves pour les envoyer mendier la *sportule*, qu'ils rapportaient à leurs maîtres; de cette façon, Rome presque tout entière vivait aux frais de l'empire : il n'y avait plus depuis longtemps 2,000 familles, soit au maximum 6 ou 8,000 individus, qui possédassent une fortune indépendante!

D'autres fois, dans les années de disette, le grain était acheté par l'État, et revendu par lui à un prix inférieur, à 2 ou 3 sesterces seulement le *modius*, ou bien le marchand le vendait à ce prix, en réclamant une soulte à l'État.

Les fêtes avec combats de gladiateurs, de bêtes féroces, les naumachies, qu'il fallut donner assez régulièrement pour amuser ce peuple, engloutirent des sommes énormes; ce furent des dé-

Digitized by Google

penses nécessaires au même titre que les frais actuels de police et de sûreté générale.

TRAVAUX PUBLICS.

Certains travaux publics, ordonnés par les lois, dans l'intérêt de l'État, furent entrepris aux frais du Trésor public, avec l'aide gratuite des corvées, des légions, etc.

Ainsi, les grandes voies militaires (*viæ publicæ militares* ou *regales*) furent créées avec les ressources de l'État, puis entretenues au moyen d'un impôt assis sur la propriété foncière, et exceptionnellement avec les deniers de l'État.

Certains travaux spéciaux, comme les travaux hydrauliques, les ports, les phares, furent faits aussi par le Trésor public.

Les routes de second ordre, *viæ vicinales*, furent entreprises par les gouverneurs aux frais des villes et des bourgs, au moyen d'un impôt frappé sur les propriétés, et des corvées, et entretenues aux frais des propriétaires intéressés, par des prestations, soit en nature (*operæ*), soit en argent (*impensæ*).

L'empire romain ne fut redevable au Trésor public que d'une portion assez restreinte de cet ensemble magnifique de travaux et de monuments publics, qui fut pour une bien plus large part l'œuvre admirable de l'initiative locale ou privée.

Dans les provinces, les travaux d'intérêt local, les ponts, les aqueducs, les cirques, les théâtres, les temples, etc., furent construits aux frais des villes; on en trouve la preuve dans la correspondance de Pline le Jeune, proconsul de Bithynie, et de Trajan, à propos des villes de Pruse, d'Apamée et de Nicomédie. Quand les villes avaient les ressources nécessaires, les travaux s'exécutaient sans le concours, sans l'adhésion même de l'empereur, qui n'en était souvent informé qu'après leur achèvement, sous la seule approbation du gouverneur romain, proconsul ou propréteur; beaucoup de villes libres étaient même affranchies de ce contrôle.

Certains travaux d'intérêt commun se faisaient dans la campagne aux frais collectifs des villes intéressées, comme le prouve l'inscription du pont d'Alcantara, qui rappelle le nom des villes intervenues dans la dépense. Pour éviter les fautes, l'empereur envoyait seulement quelquefois de Rome, pour concourir aux tra-

Digitized by Google

vaux, des architectes, des ingénieurs, des ouvriers spéciaux; il donnait aussi les légions pour aider au travail.

La plupart des monuments provinciaux furent donc le produit des efforts isolés ou de l'initiative locale ou municipale, sous l'impulsion des officiers impériaux; ceux-ci déployèrent, sans doute parfois un zèle excessif, et ruinèrent souvent les villes par les dépenses qu'ils leur suggérèrent; le Code Théodosien, pour tempérer ce zèle, fut réduit à édicter des peines sévères contre de tels administrateurs, *qui læserint civitates :* ils devaient être exilés, et leurs biens confisqués au profit des villes dont ils avaient compromis les intérêts.

Les crédits de ces travaux provinciaux ou municipaux étaient encore alimentés, dans une proportion considérable, par des libéralités, des dons et des legs particuliers, comme le sont aujourd'hui les œuvres charitables, et aussi par des corvées volontaires. La plupart des monuments ou des travaux des provinces étaient exécutés, sans qu'il en coûtât rien à l'État ni aux municipes, par les particuliers, pour briguer la faveur populaire, ou bien en reconnaissance des honneurs et des suffrages obtenus. On dépensait alors d'immenses fortunes pour laisser après soi de grands souvenirs; chacun tenait à dépasser ses devanciers, et cette émulation tournait au plus grand profit de la chose publique. Les municipes consacraient, du reste, la mémoire de ces sacrifices par des inscriptions reconnaissantes, des statues, des tombeaux magnifiques, qui nous fixent parfaitement sur les libéralités faites. L'usage de ces libéralités en travaux publics, comme en fêtes et festins, payées par les nouveaux fonctionnaires ou édiles, de ces générosités de joyeux avénement, s'établit par la suite si profondément, que ces dépenses devinrent moralement obligatoires et firent partie des charges publiques.

Il y eut alors, en matière de monuments, de la part des municipes aussi bien que des particuliers, un tel vertige de prodigalités, qu'à partir de Trajan le pouvoir central dut intervenir et protéger au moins les finances des villes contre les folies de leurs curies. Cette ingérence, tous les jours plus grande, amena peu à peu la ruine des libertés municipales.

Quand, par extraordinaire, les libéralités faisaient défaut, on avait recours à l'impôt indirect, aux ressources de l'octroi, à des

Digitized by Google

taxes supplémentaires, qu'on faisait approuver par l'autorité centrale.

Les magistrats, les candidats recherchaient la popularité, en ce temps-là déjà, en promettant des monuments, des travaux d'intérêt général; mais, quand la loi rendit les fonctionnaires responsables des actes de leur administration, tout le monde refusa les charges publiques, et les voix des électeurs se portèrent, par un revirement singulier, mais explicable, sur leurs ennemis ou leurs adversaires!

Les empereurs accordaient des subventions particulières aux colonies naissantes, ou bien aux villes notoirement pauvres ou éprouvées par de grands désastres, de grands incendies, ou pour des travaux exceptionnels, comme des grandes voies, des aqueducs, etc. Ainsi, Claude donna 5 millions de francs à Bologne, Néron, 4 à Lyon.

A la faveur de cette décentralisation, au défaut de l'initiative de l'État, les provinces et les villes, plus intelligentes de leurs véritables besoins économiques, se dotèrent elles-mêmes des créations, routes, ports, etc., les plus directement utiles à leurs besoins et à leurs intérêts, et purent les continuer, dans la Gaule surtout, jusqu'au IVe siècle, bien après que l'épuisement et les désordres intérieurs en eussent arrêté le développement à Rome et en Italie.

RÉSERVES DU TRÉSOR. — EMPRUNTS.

Les économies réalisées, les impositions extraordinaires, les confiscations, le butin constituèrent pendant longtemps, pour le Trésor, les éléments d'une réserve importante.

Ainsi, en —91, l'*ærarium* avait en réserve une valeur de 1,800 millions de francs; en —49, 2 milliards; Auguste laissa 800 millions; Tibère, 670 millions de notre monnaie dans les caisses de l'État.

Certaines conquêtes, comme celle de la Macédoine, donnèrent d'un seul coup assez d'argent au Trésor pour qu'on pût libérer l'Italie de l'impôt foncier pendant vingt ans; la province d'Asie paya 252 millions à Pompée; après la défaite de Mithridate, l'Arménie dut fournir 108 millions.

Digitized by Google

La Sicile payait annuellement en nature 800,000 *modii* de blé (72,000 hectolitres).

Ces réserves s'épuisèrent vite à effacer les désastres des guerres civiles, à combler les pertes et les arriérés des impôts, à réparer les routes, les aqueducs, les monuments abandonnés sans entretien pendant de longues années, à payer enfin les indemnités pour les pillages et les réquisitions. Vespasien dut émettre l'idée d'un grand emprunt d'État, en demandant au pays une avance extraordinaire de 10 milliards. Ses successeurs furent fréquemment réduits à des façons d'emprunt déguisé, en demandant aux contribuables, dès les premières années, le versement des impôts directs décrétés pour tout le cours du *lustre*, sans rien en déduire pour l'intérêt de ces avances. Ce système désastreux ressuscitera souvent en France aux XVIIe et XVIIIe siècles.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE III.

ADMINISTRATION ET RESSOURCES DES TRAVAUX PUBLICS.

ADMINISTRATION ET DOTATION.

Dans les premiers temps de la République, on entreprit, comme grands travaux, des routes, des ponts, des aqueducs, des cloaques, des murs d'enceinte; ils étaient ordonnés par des plébiscites, qui réglaient en même temps les moyens financiers d'exécution; mais généralement le budget de ces travaux était alimenté par les libéralités particulières, et ces ressources, pour être éventuelles, intervenaient cependant avec une très-grande régularité.

Les *lois de Papyrius* bannissaient pour dix ans tout magistrat convaincu d'avoir obtenu sa charge autrement que du choix libre et désintéressé du peuple; les largesses directes se trouvant ainsi prohibées, les libéralités faites en nature à l'être impersonnel et aimé, qu'on appelait la patrie, rencontraient la plus bienveillante indulgence, et offraient aux candidats une ressource précieuse pour gagner la faveur populaire; d'autre part, on encourageait encore ces générosités, en spéculant sur l'amour-propre, en attachant le nom du donateur ou du créateur aux grands ouvrages, en élevant des arcs-de-triomphe, en frappant des médailles en son honneur; des legs considérables furent ainsi faits à certaines créations, par des citoyens, comme Crassus, riche de 50 millions de revenu (200,000,000 de sesterces), à la charge de perpétuer le nom du légataire.

D'autres fois, spontanément ou sur l'invitation du Sénat ou de l'empereur, les grands triomphateurs consacraient une partie

Digitized by Google

du prix du butin et des prisonniers vendus comme esclaves, une part de ces *pecuniæ manubiales*, à créer quelque grand ouvrage qui portât leur nom et consacrât le souvenir de leurs victoires.

Un simple particulier, Caius Aurelius Cotta, construisit ainsi la voie Aurélienne, de Rome à Arles, comme Egnatius la voie d'Aquilée à l'Hellespont, comme Scaurus, gendre de Sylla, dépensa 19 millions pour la construction d'un théâtre capable de contenir 8,000 spectateurs, et orné de 360 colonnes de marbre et de 3,000 statues de bronze. Curion fit de même deux théâtres mobiles, qui, en se réunissant, formaient un cirque.

Quand ces ressources venaient à manquer, les consuls exécutaient les travaux avec les éléments que les lois mettaient à leur disposition, en argent et en hommes (légions, prisonniers, esclaves, corvées); les voies ainsi exécutées portaient le nom des consuls (Appius, Æmilius, Cassius, Valérius, etc.).

Plus tard, quand le territoire s'étendit, le soin de la construction et de la réparation des ouvrages fut dévolu aux édiles et aux censeurs, et, dans les provinces, aux gouverneurs, aux propréteurs et aux proconsuls. Quand enfin il fallut s'occuper de travaux plus lointains encore, en Gaule, en Espagne, en Afrique, on dut créer pour cet objet quatre fonctionnaires spéciaux, *curatores viarum*, *viocures* ou *quatuorviri*, dont le nombre fut ensuite porté à six. Pour les chemins vicinaux, on eut les *curatores vicorum*. Ces fonctions, d'abord à temps, furent données plus tard à vie; on dut même créer des charges de *curatores* ou de surintendants pour chaque service spécial, quand il prit une grande importance : il y en eut pour les aqueducs, les cloaques, les ports, etc.; ce furent les *curatores operum publicorum*.

Ces fonctions étaient très-recherchées, parce qu'elles attiraient sur leurs titulaires l'attention et la faveur publique; J. César commença par être *quatuorvir*, et se fit connaître en réparant en partie, à ses frais, la voie Appienne. Ces magistratures étaient souvent onéreuses, mais très-briguées, parce qu'elles fournissaient un moyen de forcer la reconnaissance du peuple, en dépassant les allocations et en prenant les excédants de dépenses à sa charge, pour faire plus grand et plus digne du nom romain.

Pendant les guerres civiles de Sylla et de Marius, de Catilina, d'Octave et d'Antoine, les services publics furent délaissés; les re-

Digitized by Google

venus du Trésor furent entièrement absorbés par l'entretien des armées; on négligea jusqu'aux voies urbaines et aux aqueducs, le quatuorvirat même disparut.

Au retour de la paix intérieure, les ruines faites par vingt années d'abandon étaient grandes; les charges des curateurs devenaient très-lourdes; personne ne les sollicitait plus. Auguste, en — 34, dut conférer à Agrippa la surintendance générale des travaux publics, et désigner d'office des sénateurs en retour de certains avantages, des triomphateurs en retour de la cession du butin, pour occuper les emplois de curateurs.

Malgré ces compensations, malgré les dons, la faculté d'utiliser les prisonniers, les esclaves et les condamnés aux travaux publics, les titulaires se démirent de ces fonctions onéreuses, et Auguste fut réduit, en — 20, à les prendre pour lui-même, en déléguant des sous-curateurs pour des tournées de reconnaissance et de contrôle, et en les investissant du droit de juridiction sur les entrepreneurs, avec le pouvoir de confisquer et de vendre leurs biens comme sanction pénale de leurs fraudes. Cette idée sera reprise au Moyen-Age en France par la création des *missi dominici* et des *enquesteurs royaux*, et plus tard par celle des *intendants*.

En — 13, le Sénat rétablit les *quatuorvirs* pour Rome; ces magistrats eurent la surveillance des travaux, la répartition des dépenses entre les riverains et les intéressés, la police des rues, des égouts, des aqueducs, en un mot, tous les services de la voirie urbaine.

Sous l'Empire, les grands travaux d'intérêt général furent entrepris :

Ou par la libéralité, les dons et legs spontanés des particuliers, des municipes, des communautés, en raison des honneurs ou des avantages qui en revenaient,

Ou par les libéralités imposées, sur la recommandation de l'empereur, en retour de certains avantages directs,

Ou par le Trésor de l'empereur dans les provinces impériales,

Ou par des contributions votées par les lois ou prises sur l'*ærarium*, dans les provinces du Sénat,

Ou par les villes et leurs budgets particuliers.

Digitized by Google

Les allocations en argent tinrent toutefois dans l'histoire des Travaux publics romains une faible place auprès du contingent fourni en nature, en travail, par les légions, les prisonniers, les esclaves et les corvées des hommes libres, concours dont nous rendrons compte à propos de l'exécution des travaux en régie.

DIRECTION DES TRAVAUX.

La direction, la surveillance et le contrôle des travaux publics étaient confiés :

1° Au *curator operis*, qui avait la direction générale, et représentait les intérêts de l'État ou de la municipalité ;

2° A l'*architecte*, agent technique, qui fut quelquefois l'entrepreneur du travail ;

3° Aux *inspecteurs*, sortes de conducteurs ou de surveillants des travaux ;

4° Au *mensor œdificorum*, sorte de vérificateur dont on a retrouvé les instruments gravés sur un tombeau.

Le plan de l'ouvrage était arrêté sur une feuille de parchemin *(depictæ species in membranulis)*, ou bien, on faisait pour les aqueducs, les ponts, un modèle en relief *(forma)*.

MODES D'EXÉCUTION DES TRAVAUX. — ADJUDICATIONS.

Les travaux étaient adjugés à l'entreprise ou exécutés en régie.

Pour les travaux qui avaient besoin d'une grande unité de direction, ou exigeaient beaucoup de soins, comme les ponts, les aqueducs, les amphithéâtres, les môles, pour les travaux ou réparations ordonnés d'office contre des propriétaires récalcitrants qui avaient à en rembourser le montant avec l'impôt, on procédait généralement par adjudication, presque toujours à forfait.

Le Sénat ordonnait le travail et allouait le crédit nécessaire ; les consuls, censeurs ou quatuorvirs le mettaient aux enchères.

On passait avec l'entrepreneur *(manceps* ou *redemptor operis)* un marché ou contrat, dans lequel les ouvrages étaient minutieusement décrits ; on laissait toutefois ordinairement à sa disposition le choix des procédés à suivre et l'installation des chan-

Digitized by Google

tiers. L'exécution du môle de Pouzzoles nous offre un exemple de ces entreprises à forfait.

L'entrepreneur fournissait un cautionnement en immeubles; il recevait la moitié du prix des travaux à l'ouverture des chantiers, l'autre moitié après l'achèvement et la réception.

La réception *(probatio operis)* était faite par des délégués ou commissaires nommés par les censeurs, les édiles, les quatuorvirs, ou par les curateurs, qui vérifiaient les travaux et les approuvaient; si les ouvrages présentaient quelques vices ou quelque malfaçon, l'entrepreneur perdait son cautionnement.

EXÉCUTION EN RÉGIE.

Les routes, et la plupart des travaux des provinces furent exécutés en régie, et pour cet objet les Romains disposèrent de ressources inconnues de nos jours; ils réussirent parfois même à faire de grands ouvrages sans argent, en demandant la main-d'œuvre aux légions, aux condamnés, aux esclaves, aux réquisitions d'hommes libres, aux corporations ouvrières, et les matériaux aux contributions payées en nature (chaux, briques, moellons, etc.).

Il est intéressant de rechercher quel concours les Travaux publics trouvèrent auprès de ces divers auxiliaires.

LÉGIONS.

La légion romaine était une unité militaire qui devait se suffire à elle-même dans toutes les circonstances, et notamment pour la construction de ses camps provisoires ou permanents; elle devait présenter sans doute une organisation plus complète que celle de nos régiments du génie : Végèce dit qu'elle comprenait des charpentiers, des maçons, des tailleurs de pierre, des mineurs, des forgerons, des charrons, etc.; elle comptait même probablement, dans ses rangs, des architectes, car on a trouvé à Lambessa, sur une pierre tumulaire, la désignation de *soldat architecte de la IIIe légion Augusta*.

La légion était exercée aux travaux de construction; par la

Digitized by Google

division bien entendue du travail, un des caractères propres de la construction romaine, par la simplification des procédés et des *passes*, elle devait atteindre à une grande puissance de production, et son effectif lui permettait de constituer facilement de grands chantiers : la légion comptait 6000 fantassins et 600 cavaliers; elles étaient souvent réunies par deux en *armée consulaire*, ou par trois en *armée impériale*. Elles étaient surtout fort habiles et très exercées aux travaux de terrassement : chaque soir à la halte, disent Végèce et Polybe, la légion entourait son campement, vaste rectangle de 400 mètres de long par 250 mètres de large, d'un fossé de $2^m,30$ de profondeur, et d'un parapet *(vallum)* de $1^m,30$ de hauteur, exécutés avec un art et une précision extrêmes, représentant un mouvement de terres de 7 à 8000 mètres cubes, et pour chaque soldat 1 ou 2 mètres cubes à remuer au bout d'une pénible étape. Elles construisaient, en outre, les *oppida*, les *castra hiberna*, *æstiva* et *stativa*.

Il était de principe que les soldats ne devaient jamais rester inactifs; aussi employait-on les légions sans trêve ni relâche aux plus grands travaux d'utilité stratégique ou publique, construction de murailles d'enceinte des villes, de tours de défense, de canaux, de ponts, d'aqueducs, de voies, et même de villes entières.

C'est ainsi qu'elles exécutèrent la grande Muraille de Bretagne ou des Pictes *(Murus Picticus)*, qui fut entreprise par ordre d'Hadrien pour arrêter les incursions des Pictes, et achevée par Sévère; elle s'étendait sur plus de 80 milles (117 kil.) de longueur, de l'embouchure de la Tyne au golfe de Solway. Cette ligne de défense, décrite par M. V. Duruy, comprenait trois obstacles :

Le premier obtacle était formé par un fossé de 12 mètres de largeur et de 5 mètres de profondeur, creusé même dans le rocher, et dont les terres rejetées en arrière formaient un parapet de $1^m,50$ de hauteur;

A 300 mètres environ en arrière, avait été construit un mur continu en maçonnerie bien cimentée, présentant une épaisseur de $1^m,80$ à $2^m,40$, et une hauteur de $3^m,60$ à $4^m,50$; il était flanqué de 320 tours ou bastions, distribués à raison de quatre par mille; en arrière avaient été, par surcroît, disposés à chaque mille de distance des réduits fortifiés de 18 à 20 mètres de côté;

Enfin, comme dernier obstacle, on trouvait en troisième li-

Digitized by Google

gne un fossé avec deux levées ou parapets, entre lesquels s'abritait une voie militaire ou chemin de ronde reliant 17 *castra stativa*, distants de 6 kilomètres les uns des autres, entourés de murs solides et épais, et présentant chacun de 160 à 200 hectares de superficie.

Tous ces ouvrages étaient fort solidement construits, et reliés par un très-bon mortier; ils n'ont pas été renversés sans de grands efforts. Tout ce travail ne semble pas avoir exigé moins de trois millions de journées.

Drusus fit entreprendre par ses légions un mur semblable, qu'Hadrien acheva, pour fermer aux Germains la trouée découverte qui s'étend entre le Rhin et le Danube; ce mur, qui se développait de Mayence au Danube, à l'aval d'Ingolstadt, avait 560 kilomètres de longueur.

Un autre retranchement fut élevé contre les Daces, en Pannonie, des sources de la Theiss *(Tibiscus)*, aux Portes de Fer sur le Danube; on l'appelait le *Mur du Diable;* il se prolongeait par le bas Danube jusqu'aux trois lignes de retranchements opposées aux Gètes, lignes dont il faut attribuer la construction à Trajan et qu'on retrouve encore.

La première de ces trois lignes parallèles *(valla)* part du Dniester, entre Akermann et la Mer Noire, va rejoindre à Tatar-Bunar l'extrémité du lac Salzik, passe la rivière Yalpuch au-dessus de Tobak, et s'arrête sur la rive gauche du Pruth, après s'être développée sur une longueur d'environ 150 kilomètres; la deuxième ligne, à 100 kilomètres en arrière de la première, traverse les deux branches du Yalpuch, la rivière Cogitnie, et s'arrête au Dniester, un peu au-dessous de Bender et de Tiraspol; sa longueur est de 100 kilomètres; la troisième, sur la rive droite du Danube, dans la Dobrudscha, va du Danube à la Mer Noire sur 24 kilomètres de longueur.

Ces murailles avaient 3 mètres d'épaisseur sur 2 mètres de hauteur, avec un large fossé en avant; elles épousaient les sinuosités du terrain. Les troupes romaines les exécutèrent en 10 ans, de + 105 à + 115.

Claude fit construire à ses légions d'Afrique, au delà de l'Atlas jusqu'à l'Oued-Djeddi, un mur très-long, défendu par des postes fortifiés, pour arrêter les incursions des peuplades du

Digitized by Google

Sahara, et limiter nettement de ce côté la frontière de l'empire.

César construisit de même avec ses troupes, pour contenir les Helvètes, un mur de plus de 13 kilomètres de longueur et de 4 mètres d'épaisseur, flanqué de tours, sur la riche gauche du Rhône à Genève.

Partout on retrouve le travail de ces infatigables légions : les tours, les châteaux-forts qui gardaient les défilés, les cols, les passages de montagnes ou de rivières, qui surveillaient les chemins, les murs d'enceinte des villes furent l'œuvre de leurs laborieux loisirs.

On les chargea souvent encore, au fur et à mesure des progrès de la conquête, de prolonger les voies militaires pour assurer leurs communications avec Rome.

Marius, Corbulon et Drusus, les employèrent à creuser des canaux navigables. Elles élevèrent, comme à leurs moments perdus, de beaux ouvrages d'utilité publique, des ponts comme celui de Mayence, fait tout entier par la XXIIe légion, ou celui d'El-Kantara en Afrique, les amphithéâtres de Bologne et de Crémone sous Vitellius, des aqueducs, des portiques, des temples, des tombeaux, des villes magnifiques, comme Lambessa en Afrique, dont toutes les pierres et les briques portent le sigle de la IIIe légion.

On les occupa de même à extraire des pierres, à faire des briques, de la chaux, etc.

Elles travaillaient seules, ou mêlées aux corvées des populations soumises ou libres, réquisitionnées à proximité des travaux, et même, toutes ensemble, à leur grande répugnance, en contact avec les chiourmes de condamnés.

Les travailleurs civils et militaires, sous la direction des officiers des légions, étaient employés aux travaux élémentaires, aux terrassements, aux transports, à l'extraction de la pierre, du sable, etc.; les travaux plus difficiles étaient généralement réservés à des ouvriers spéciaux.

PRISONNIERS DE GUERRE. — ESCLAVES. — CONDAMNÉS.

Pour les travaux de la métropole, au milieu de citoyens privilégiés, faute d'ouvriers, faute d'hommes libres dont on pût dis-

Digitized by Google

poser, on réquisitionnait les esclaves; Agrippa en rassembla 20000 pour creuser le canal qui réunit le lac Averne au lac Lucrin. Ou bien, on amenait à Rome les prisonniers de guerre ou les peuples révoltés, comme Sémiramis l'avait fait à Babylone; c'est ainsi qu'on transporta à Rome jusqu'à 70000 juifs sous Titus, qui les employa aux travaux du Colisée; ils furent retenus encore sous Domitien.

Pour certains travaux de surveillance constante, comme le service des aqueducs, des égouts, l'État eut des *familles* d'esclaves *(familiæ publicæ)* attachées à ces ouvrages.

On employa encore à la manière des esclaves, dans les premiers temps de la conquête, les peuples vaincus, aux routes, aux fortifications, à tous les travaux capables d'affermir la puissance du vainqueur.

Pour le recrutement des chantiers, certains empereurs firent prononcer pour tous les crimes la condamnation aux travaux publics, comme on le fera plus tard au Moyen-Age pour assurer le service des galères du roi. Après la suppression des jeux sanglants de l'amphithéâtre, on employait les condamnés à mort à l'entretien des égouts, des routes et des rues, et surtout aux rudes travaux des carrières; on retrouve à celles de Fréjus les anneaux de fer qui devaient servir à enchaîner ces malheureux pendant la nuit.

RÉQUISITIONS ET CORVÉES. — CORVÉES VOLONTAIRES.

On fit, dans l'antiquité, assez fréquemment usage des réquisitions en masse; les grands travaux de l'Égypte et de l'Assyrie fut exécutés par ce moyen; Denys construisit en vingt jours les murs des Épipoles à Syracuse, en réunissant d'un seul coup sur ses chantiers 60000 ouvriers et 6000 bœufs.

La République romaine opéra de même avec les populations vaincues, mais elle respecta longtemps la liberté des citoyens romains, en les exemptant des *sordida munera*. Pour assurer les travaux des chemins, on dut, pour avoir le concours souvent indispensable des citoyens, faire prononcer par la loi que ce travail était *honorable*.

Le despotisme impérial montra par la suite beaucoup moins de scrupules; il exerça des réquisitions, des levées en masse sur

Digitized by Google

toute la population libre ou esclave, placée par le hasard à proximité des chantiers, et l'encadra d'ouvriers spéciaux, de soldats et de condamnés, pour travailler aux routes, aux monuments, aux temples, aux ouvrages qui lui furent le plus indifférents ou le plus inutiles; c'est le système qu'a réédité la *presse des matelots* en Angleterre.

Ainsi appliquée, sans aucun souci de l'égale répartition des charges, et de l'intérêt que le travailleur doit avoir à sa tâche, la corvée antique devint un impôt d'une barbarie sauvage : au bon plaisir du prince, le citoyen dut travailler à démolir sa maison pour faire place à un palais impérial, le paysan dut travailler gratuitement à l'aqueduc qui lui enlevait l'eau au seul profit d'une ville lointaine; les campagnes durent travailler ainsi pour les petites villes, les petites pour les grandes, tout le monde pour Rome ! De telles injustices amoncelèrent des haines terribles, et le triste souvenir du système exécrable qui créa tant des merveilles, voile parfois étrangement leur grandeur !

Les réquisitions ne furent toutefois exercées que pour les travaux de Rome et pour ceux ordonnés par une loi ou par l'empereur; les villes, pour leurs travaux particuliers, ne purent en user; elles obtinrent bien parfois le concours gracieux des légions et des condamnés, mais elles ne purent disposer du travail de leurs habitants que pour les corvées réglées par les lois, comme l'entretien des chemins, etc. Toutefois le sentiment de l'intérêt général bien compris et bien entendu leur assura souvent, paraît-il, le concours des corvées volontaires fournies par les habitants des pays intéressés : nous en trouvons une preuve dans les lettres de Pline, proconsul de Bithynie, à Trajan : il soumet à l'empereur le projet d'un canal de navigation destiné à relier à la Propontide lac intérieur, voisin de Nicomédie; pour l'exécution de ce projet, faute de ressources financières, il est certain de pouvoir faire comprendre aux populations l'intérêt considérable qu'elles ont à l'œuvre en question, et les bras ne manquant pas dans le pays, d'obtenir d'elles la main-d'œuvre nécessaire.

Les masses étrangères aux travaux, ainsi rassemblées, étaient employées aux manœuvres de force, aux opérations élémentaires; les ouvrages plus difficiles, comme l'appareillage et le montage des voûtes, les maçonneries, les enduits, les charpentes, etc.,

Digitized by Google

étaient confiés à des ouvriers spéciaux, qui travaillaient sous la direction des inspecteurs et des architectes, dans des conditions qu'il est curieux de connaître.

Nous avons vu l'impôt en argent et en nature frapper à tout instant et sous toutes ses formes la propriété mobilière ou immobilière du citoyen ; nous venons de voir qu'on osa lever une contribution directe très-lourde sur cette propriété native de l'homme, sa force musculaire, capable de services qu'on sut fort bien utiliser; une nouvelle surprise nous était réservée : c'est l'impôt établi sur l'ouvrier et sur le plus humble prolétaire, sur la propriété de son art ou de son travail. Rien n'aura donc pu se soustraire à la rapacité du fisc impérial !

CORPORATIONS.

Nous allons étudier cet *impôt du travail*, en nous aidant des patientes et savantes recherches de M. Choisy (1).

Pour l'approvisionnement des travaux en régie, les pays de production devaient, comme contributions, fournir en nature, sans pouvoir en acquitter l'équivalent en argent, les uns la pierre à bâtir, les autres la chaux (l'Etrurie et Terracine en livraient 900 voitures), d'autres des pouzzolanes, des briques cuites, etc. Dans le cas où les versements dépassaient les besoins de l'État, le surplus se vendait au profit du Trésor.

L'État, qui avait, pour ses travaux en régie, des matériaux par l'impôt direct, des manœuvres par les réquisitions et les corvées, voulut avoir sous la main, à sa dévotion, prêts à toute réquisition, les ouvriers spéciaux indispensables à l'exécution des travaux difficiles; il trouva des corporations ouvrières formées, il les enlaça dans des statuts très-étroits, et confisqua à son profit toutes leurs libertés.

Nous touchons à cette institution romaine des *corporations* ou *colléges d'ouvriers* qui eurent une situation politique et sociale bien inférieure à celle de leurs homonymes du Moyen-Age.

Les premières lois de la République (loi LXV de la *VIIIe Table*)

---

(1) *Bulletin de la Société de Législation comparée* (janvier 1873).

Digitized by Google

avaient autorisé, sous l'approbation du Sénat, la formation de corporations ou d'associations, maîtresses de leur règlement intérieur, pourvu qu'il ne renfermât rien de contraire au droit public; la loi leur enjoignait d'exercer fidèlement leur profession, et de ne pas établir de monopoles. Ces associations ou confréries, souvent religieuses dans l'origine, s'appelaient *sodalités;* elles avaient des défenseurs, des patrons, des esclaves, pouvaient affranchir ces derniers, et jouissaient des droits civils. Cette institution, née dans les premiers temps de la République, attendit huit siècles pour toucher à son plein développement.

A côté de ces associations régulières se développèrent aussi plus tard des associations non autorisées, qui se préoccupèrent fort peu de questions professionnelles, et ne furent que des sociétés secrètes et des foyers d'opposition; on les poursuivit de toutes les façons, on en traqua et punit les adeptes comme factieux et comme criminels. Les associations autorisées en souffrirent par contre-coup : les empereurs très-soupçonneux résolurent de les avoir complétement dans leur main. Sous Hadrien, les corporations furent tenues de faire sanctionner à nouveau leurs franchises, et prirent rang parmi les institutions régulières.

Les premières corporations s'étaient formées au commencement des campagnes militaires, pour les travaux d'équipement et pour la construction et la réparation des machines de guerre. Elles formaient déjà deux *centuries,* à l'époque du premier classement du peuple. Les corporations des ouvriers en bois et en métaux s'unirent ensuite aux premières, pour former des sociétés demi-militaires, servant dans l'armée sans porter les armes, dans une situation que rappellent nos ouvriers d'État dans les arsenaux ou les compagnies hors-rang de nos régiments.

A leur exemple, devant l'influence croissante de ces premières associations, les autres professions s'organisèrent en colléges, en empruntant plus ou moins aux constitutions intérieures de leurs aînées. Elles eurent des patrons, des curateurs et des *sévirs* (sortes de prud'hommes). Les *Institutes de Justinien* les reconnaissaient comme personnes légales sous le nom d'*universitates,* lorsqu'elles avaient été autorisées par la loi, par un sénatus-consulte ou par l'empereur.

Sous la République et sous l'Empire, l'esprit de sédition et

Digitized by Google

l'indépendance qui animait ces forces organisées, porta souvent ombrage aux classes dirigeantes; Cicéron, J. César, l'empereur Claude, cherchèrent à les comprimer et même à les dissoudre, en ne conservant que les plus utiles ou les plus directement nécessaires. Mais on dut reconnaître alors qu'il s'était formé une société ouvrière complète, parallèle à la société romaine, avec une hiérarchie et une organisation très-fortes; dans l'impossibilité de briser cette puissance, ou seulement de lutter de front avec elle, les empereurs prirent le parti de diriger le mouvement qu'ils ne pouvaient pas arrêter. Profitant de l'esprit mystico-religieux qui pénétrait dans ces associations, les empereurs, en vertu de leur puissance religieuse souveraine, se firent nommer pontifes de tous ces colléges, qui vécurent dès lors sous la protection un peu perfide des Césars.

Hadrien, comprenant l'immense parti qu'il pourrait tirer de ces corporations d'ouvriers au profit des constructions qu'il projetait, les classa officiellement au nombre des institutions de l'État, et ce fut sous ce régime qu'elles vécurent jusqu'à Théodose II, possédant un trésor, des immeubles, des esclaves, des temples, qui constituaient le patrimoine de la corporation.

Hadrien les enrôla en cohortes, sur le modèle de celles de l'armée; les règlements d'Antonin déterminèrent les immunités dont elles jouirent, et les servitudes auxquelles elles furent astreintes. Elles devaient leurs services à l'État, moyennant une certaine indemnité fixée, toutes les fois qu'il avait besoin d'elles; elles devaient accompagner, au besoin, les armées, pour exécuter de grands travaux à leur suite, sous les ordres des architectes et des inspecteurs. Elles ne devaient pas un travail gratuit, mais elles devaient leur travail à toute réquisition; des peines très-sévères, allant jusqu'à la peine capitale, frappaient ceux qui tentaient de se soustraire à cette obligation. On retrouverait bien un grand nombre de traits empruntés à cette organisation dans l'institution moderne de l'Inscription maritime, qui assure le recrutement des équipages de notre flotte.

En compensation, les membres des colléges recevaient d'abord l'exemption des charges publiques, des charges municipales, des impôts extraordinaires, des tutelles, etc., et, en outre, une certaine quantité de dotations en terres *(fundi dotales)* qui se

Digitized by Google

partageaient et se transmettaient héréditairement, comme les fonctions. Cette organisation attentait donc jusqu'à la liberté des enfants, qu'elle enchaînait à la profession et à la condition de leur père ! Il semblerait que le fils eût toujours pu recouvrer son indépendance, en renonçant à la dotation paternelle ; mais, en fait, le despotisme impérial, qui enrôlait de force les citoyens dans telle ou telle corporation, suivant les exigences du moment, ne dut pas renoncer facilement au bénéfice de cette hérédité.

Et ce n'était pas seulement le prolétaire qu'on enfermait dans cet étroit esclavage : aucune classe de citoyen n'était à l'abri d'un pareil sort ; bien que ce soit peut-être un peu en dehors de notre sujet, pour faire sentir l'état de servitude générale où se trouvait réduite, sous l'Empire, cette pauvre société romaine, il est nécessaire de parler du service des distributions ou de l'*annone*.

Sous l'Empire, Rome devait demander à la Sicile, à l'Égypte, et surtout à l'Afrique, la plus grande part de ses approvisionnements de blé, sinon son pain de tous les jours. Une disette, une révolte en Égypte, une tempête pouvait réduire la ville à la situation la plus critique : aussi les préoccupations de l'administration à cet endroit étaient-elles très-vives. Claude assura de grands avantages à tous les citoyens qui voulurent concourir, à un titre quelconque, à assurer le service des subsistances.

Les armateurs qui amenaient le blé à Ostie, se formèrent un jour en corporation libre avec l'approbation de l'empereur ; ils ne tardèrent pas à s'en repentir et à éprouver les effets de l'omnipotence impériale ; ils furent étroitement asservis au public, et liés par des obligations et des lois de la plus grande sévérité ; le code Théodosien vint imposer à leur corporation les devoirs les plus rigoureux : on accordait aux membres de la corporation, avec la dignité de chevalier, l'exemption des charges et des impôts, on leur concédait, pour prix de transport, 4 pour cent des produits transportés, et un *aureus* par 1000 *modii ;* mais en échange, les *navicularii* étaient liés *pour toujours* à la corporation, et leur fonction était obligatoirement héréditaire ; une hypothèque inamovible restait attachée à leurs propriétés à travers toutes les donations, pour répondre de l'exactitude de leur service, et garantir l'Etat contre toute fuite et tout abandon ; on reporta même exceptionnellement contre eux à 50 ans les délais de prescription

Digitized by Google

pour les répétitions à exercer par l'État, en cas de vente furtive.

Les fonctionnaires de l'annone avaient le droit de réquisitionner tous les bateaux ou navires du port de 2000 *modii*.

Tout ce qui touchait à ce service *frumentaire* était centralisé entre les mains de l'État, d'agents inquiets et d'intermédiaires responsables : les *procurateurs* aux ports d'embarquement, et le *préfet de l'annone* à Ostie surveillaient les expéditions et les arrivages. Dans ce dernier port, le blé était livré aux corporations des mesureurs, des gardiens de greniers, des mariniers du Tibre, qui le transportaient dans les 300 greniers *(horrea)* de Rome, puis aux boulangeries. La corporation des boulangers *(pistores)* était la plus malheureuse de toutes : autorisée par Trajan, elle était tombée dans le plus intolérable des esclavages ; aussi ne parvenait-on plus à la recruter, et les gouverneurs devaient-ils envoyer à Rome des ouvriers réquisitionnés dans les provinces.

L'alimentation générale de Rome tomba même bientôt entre les mains de tout un système de corporations administratives : celles des *suarii* (charcutiers), des *susceptores* (marchands de vin et d'huile), etc. Tout service s'adressant au public, était donc devenu un service administratif comportant servitude. Et pour punir les désertions, les infractions, les fraudes commises par les distributeurs ou par les pauvres, régnait par-dessus tout cela une pénalité effrayante, un régime de terreur ! Partout le monopole, les priviléges exclusifs, mais au prix des plus dures obligations !

On peut se demander quelle place put bien rester dans la société romaine, au milieu de toutes ces servitudes, pour la plus petite et la plus élémentaire des libertés : servitude militaire pendant 43 ans, servitude de cultiver son champ, servitude des charges publiques, servitude des tutelles, servitude pour le marchand de livrer sa marchandise à un prix légal, même avec perte, servitude de production régulière, servitude pour les procédés de travail, etc., du bas au sommet de l'échelle sociale, on ne rencontre que servitude et esclavage ; l'empire ne vit plus à la fin que sur la ruine de tous les droits et de toutes les libertés ; et l'empereur lui-même est devenu l'esclave de cette tourbe méprisable qui entoure son palais, et dont les fantaisies sanglantes menacent à chaque instant et son trône et sa vie.

C'est que, pour les Romains des classes moyenne et infé-

Digitized by Google

rieure, les empereurs s'étaient faits de véritables intendants *(procuratores)* chargés de leur épargner tout l'embarras des affaires et les soucis de la vie, et de leur fournir aux uns à bon compte, aux autres gratis, le blé, le vin, l'huile, toutes les denrées, et, par surcroît même, des repas, des fêtes bien ordonnées, des tableaux, des spectacles et toutes les nouveautés possibles, pour les amuser et les distraire.

L'État se faisait donc marchand, entrepreneur, dispensateur de toute chose : par ses *pistores*, *suarii*, etc., il se chargeait de l'alimentation publique; par les *vecturarii*, les *navicularii*, les *nautæ*, il faisait les transports; par les *bajuli*, *portitores*, *saccarii*, *bastagæ*, il faisait les déchargements ; par les *structores*, *tignarii*, *fabri*, *calci coctores*, *tectores*, *lapidarii*, etc., il pouvait suffire à tous les besoins de la construction des monuments publics.

Dans ce grand corps, il n'y eut plus d'initiative, ni de concurrence féconde; tout fut réglé, classé, et la hiérarchie embrassa tout étroitement, du dernier citoyen jusqu'à l'empereur.

En échange de la sujétion imposée et de la liberté perdue, les corporations recevaient d'abord les dotations foncières, puis, en surplus, chaque travail produit recevait un salaire spécial, *solatium*, payé généralement en nature, vin, animaux, etc., indemnité qui dissimulait assez mal toutefois le demi-esclavage qui pesait sur la corporation.

On retrouve un peu de cette organisation, mais dépouillée de tout caractère oppressif, dans certains services modernes, celui des sapeurs-pompiers, par exemple, qui sont exemptés de certains impôts, pour rester à la disposition des municipalités, et reçoivent en plus une certaine allocation pour les services et les rassemblements.

L'Administration impériale n'usa pas toujours de la rigueur de ses droits : par tolérance, les ouvriers purent souvent s'associer librement entre eux sous les ordres du plus riche ou du plus habile, qui prenait de grandes entreprises, le plus souvent à forfait, et devenait *redemptor* ou *locator operis*.

Quand les colléges furent constitués, ils créèrent dans leur sein une hiérarchie élective, avec une division en *décuries* et *centuries*, sur le modèle du municipe; ils se réunissaient à jours

Digitized by Google

fixes, avaient leurs temples, leurs prêtres, leurs cérémonies religieuses, des rites, notamment pour les funérailles, traditions qui survivront au paganisme. Le collége avait enfin ses droits civils, son trésor, son sceau, ses lieux de réunion *(schola)*, ses archives.

Dans chaque collége, suivant le principe de la division du travail, que les Romains appliquèrent rigoureusement partout, il se forma des catégories spéciales, correspondant à chaque partie du travail, à chaque opération. Ces divisions étaient inscrites sur l'*album*, liste officielle des membres du collége. Frontin nous a transmis ces subdivisions de la corporation des *aquarii*.

Cette institution des colléges eut des résultats vraiment utiles : elle fixa par des lois ou *décrets* la méthode, la règle de la profession, les lois de l'art de bâtir *(leges operum)*, en rassemblant toutes les leçons du passé et de l'expérience, et en constituant un ensemble de règles certaines, c'est-à-dire l'art lui-même.

La loi du collége *(lex collegii)*, outre les statuts disciplinaires, comprenait toutes les prescriptions techniques, prohibait les pratiques vicieuses, les procédés défectueux, recommandait les meilleurs, rendait obligatoires certaines traditions professionnelles. Le collége centralisait les méthodes et les transmettait au loin, ce qui explique le caractère uniforme des procédés romains sur toute la surface de l'empire. On a retrouvé les *lois* de certains métiers; Vitruve les a résumées pour l'art de bâtir.

Les colléges d'ouvriers eurent souvent sous leurs ordres, ou comptèrent dans leurs rangs, des esclaves; il semble que l'habileté de ces derniers ait effacé les distinctions sociales, et les ait fait admettre sur le pied d'égalité avec les hommes libres.

L'art antique dut une grande part de sa gloire à cette forte institution des colléges : une tradition excellente et éprouvée, quoique un peu réfractaire au progrès, et l'amour-propre du corps (1) assurèrent, à défaut de concurrence et d'émulation, une exécution soignée, régulière et consciencieuse, le *scrupule* enfin dans le travail, cette condition de la perfection dans les arts; ils

(1) Chaque ouvrier devait imprimer son sigle sur son œuvre, la pierre, la brique, etc., afin que son travail fît honneur à la corporation.

Digitized by Google

créèrent des types consacrés, des formules de l'art qui se répandirent partout, et s'imposèrent pendant quatre siècles à tout l'empire, jusqu'à son démembrement et à sa chute. Car les corporations de Rome furent prises pour modèles dans les provinces; les agents, préfets ou patrons mis à la tête des colléges des provinces, leur recommandèrent les règles des corporations de Rome; les ouvriers de celles-ci, détachés à la suite des légions, leur transmirent les procédés, les secrets et les *tours de main;* c'est de la sorte que se propagea et se fonda l'unité des méthodes et des pratiques romaines.

Ces corporations provinciales se développèrent partout; on en retrouve la trace par les monuments funéraires qu'elles élevaient à leurs membres ou patrons défunts; il y avait ainsi à Vaison, par exemple, des colléges de *lapidarii,* de *dendrophori* (charpentiers), de *centonarii* (ouvriers en cuir pour machines de guerre); chaque fleuve, chaque rivière avait sa corporation de marins: *nautæ rhodanici, druentici, ararici, parisiaci,* etc., ou les *lenuncularii,* patrons de radeaux, les *scapharii,* patrons de barques, etc. Moins dangereuses dans les provinces, les corporations semblent avoir joui de plus de libertés qu'à Rome; assurés d'une certaine indépendance, séduits par les avantages de l'association; attirés par l'appât d'un monopole qu'ils entrevoyaient peut-être, les ouvriers constituèrent avec empressement ces colléges provinciaux, qui forment ainsi la transition entre la corporation servile de Rome et la corporation oppressive du Moyen-Age.

Comme toutes les institutions fondées sur des erreurs, des énormités économiques, sur le mépris de tous les droits individuels et de toutes les libertés, les corporations à Rome n'acceptèrent pas toujours leur esclavage : au premier souffle d'idées plus libérales, les membres des corporations les plus maltraitées s'exilèrent en foule pour aller grossir l'armée des mécontents, et susciter contre le régime despotique des révoltes, sous lesquelles il finit par succomber; on vit alors les corporations se dissoudre progressivement, malgré tous les édits impériaux qui cherchèrent à s'y opposer; et bientôt ce système barbare eut vécu, non sans laisser toutefois de merveilleux témoins de sa puissance.

Plusieurs fois, dans notre siècle, Rondelet, M. Krantz et

Digitized by Google

d'autres économistes ont proposé l'organisation d'une grande corporation, d'une armée des Travaux publics, idée suggérée sans doute par le souvenir des institutions que nous venons de décrire ; cette utopie, pleine de dangers, n'est heureusement pas sortie du domaine spéculatif : les ouvriers d'État ne conviennent plus guère aux exigences de notre temps ; ils travaillent bien, mais très-lentement et très-chèrement ; ils sont surtout rebelles au progrès ; le principe du travail libre, du travail à la tâche est tout autrement fécond : nous pouvons mesurer ce que depuis trente ans il a su produire ; qu'auraient pu faire de plus et de mieux les armées officielles rêvées par Rondelet ? L'Administration de la Guerre, maîtresse de tant de bras et de tant d'ouvriers, malgré des facilités sans pareilles pour le mettre en l'œuvre, n'a jamais songé à réaliser le projet de Rondelet pour ses propres travaux de construction et de fortification, qu'elle préfère confier au travail libre. Esclaves déjà des nécessités militaires, l'État et le budget se fussent créé une servitude nouvelle avec cette armée de travailleurs pesant toujours, quoi qu'il arrivât, également et lourdement sur ses dépenses ; la France eût été engagée dans des travaux sans fin, comme on y fut conduit à Paris, sous l'Empire, pour occuper ces légions d'ouvriers qu'on avait imprudemment attirés tout d'un coup des provinces, et qu'on ne pouvait plus leur renvoyer.

EXPROPRIATIONS.

Ce rapprochement nous ramène naturellement aux questions d'expropriations, et nous conduit à rechercher comment elles furent pratiquées chez les Romains.

M. Dalloz, Merlin et les plus anciens auteurs ne disent rien des règles qui durent régir dans l'antiquité le *retrait pour cause d'utilité publique,* qui ne paraît avoir été réglementé, pour la première fois, que par une ordonnance de 1667, puis en 1706 et 1755, avant d'arriver aux lois de nos jours. Pour reconstituer ce qui put être la jurisprudence du temps en ces matières, nous sommes réduit à généraliser des renseignements pris sur des espèces particulières, ou à procéder par inductions ou conjectures.

Sous la République, sur le sol ou *ager romanus*, régi par le *droit quirite,* le droit des particuliers, au moins en matière de

Digitized by Google

propriétés immobilières, ne fut jamais sacrifié à l'intérêt général; nous avons vu qu'en matière de propriété individuelle, commerciale, etc., il en fut tout autrement.

Dans l'origine, sous la pression de l'opinion publique, qui attachait un caractère sacré aux œuvres d'intérêt général, les cessions du *sol quirite* durent se faire à l'amiable ; on sait toutefois que l'État achetait le champ entier des récalcitrants, et revendait les excédants inutiles.

En — 13, quand les Travaux publics prirent, sous Auguste, un nouvel essor, il fallut régler ce droit de prise de possession ; Frontin nous parle d'une loi rendue à cet effet par le Sénat, pour les travaux des aqueducs : les agents de l'État pouvaient traverser le terrain des particuliers, prendre la terre, la glaise, le sable, la pierre, le bois, etc., sauf estimation par arbitres *(fratres arvales)*, mais sans opposition possible de la part du propriétaire. Cette mesure dut se généraliser pour tous les autres travaux d'intérêt général.

Sur le territoire provincial, les formalités de l'expropriation durent être plus simples : toute la terre conquise appartenait de droit au domaine de l'État *(ager publicus)*, sauf dans certains cas de rétrocession privilégiée ; elle était, en fait, laissée à son ancien propriétaire, mais à titre d'usufruit et en retour du tribut *(vectigal)* qu'il payait annuellement ; le sol appartenait au peuple romain et, par la suite, à César, quand tous les pouvoirs du peuple eurent passé dans la main de l'empereur. Suivant les besoins des travaux, l'État, qui avait sur le sol un domaine éminent, devait reprendre purement et simplement, sans indemnité nécessaire, les terrains, les maisons et tout ce qui lui était utile.

Les villes, pour l'exécution de leurs travaux propres, n'étaient pas armées du même droit ; mais elles ne devaient pas rencontrer d'énormes résistances pour acquérir à l'amiable les terrains nécessaires à des ouvrages d'une utilité immédiate ; elles pouvaient peut-être avoir raison des récalcitrants par l'intermédiaire du Gouverneur, toujours maître de poursuivre la dépossession, sans indemnité, au nom de Rome, et de rétrocéder à la municipalité le sol ainsi retiré des mains de l'occupant.

Ce fut probablement le seul cas où le propriétaire *provincial* se vit troublé dans sa possession ; malgré la rigueur apparente de

Digitized by Google

la loi, la propriété individuelle et héréditaire ne disparut point; les droits de transmission de donation et de vente purent être plus onéreux que pour la propriété *quirite;* mais la richesse foncière se perpétua dans les provinces, comportant avec elle les honneurs et la considération; les membres des Curies appartinrent toujours à cette classe de propriétaires fonciers que les Codes impériaux reconnurent implicitement et qu'ils appelaient *domini.*

Plus tard, Antonin et Caracalla admirent tous les sujets aux droits de citoyens romains; mais ce fut sous Justinien seulement que s'effaça définitivement de la lettre même de la loi, toute distinction entre les *sols quirite, latin* ou *italique* et celui des *provinces.*

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX ET MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

Obligés de transporter leurs chantiers sur tous les points du monde, les Romains durent abandonner le style et la tradition trop compassés des Grecs, et en trouver d'autres qui s'accommodassent mieux aux nécessités de la pratique et des circonstances nouvelles. Il leur fallut étudier un système qui permît de tout créer en quelque lieu que ce fût, en n'exigeant que le concours d'un petit nombre d'hommes spéciaux, ingénieurs, architectes, ouvriers exercés, que les légions emmenaient à leur suite ou dans leurs rangs, ou qu'on pouvait expédier de Rome, et en réduisant l'exécution générale à des procédés tellement simples, qu'on pût employer avec succès et en grandes masses les manœuvres les moins habiles.

Ils ne pouvaient évidemment pas conserver les colonnes, les immenses plates-bandes des architraves et des frises grecques, dont la construction n'était possible que près des grandes villes avec toutes les ressources de l'art; ils ne pouvaient pas davantage copier les éléments gigantesques de l'art pélasgique, qui exigeaient comme ouvriers les Cyclopes ou les Titans; il leur fallait pouvoir créer d'aussi grandes choses, mais avec rien, sans échafaudages, sans matériel, sans voies de transport, sans apparaux. Aidés probablement par les Étrusques, ils réduisirent hardiment les éléments de constructions aux proportions les plus faibles, en comptant pour la solidité de l'ensemble sur la force d'agrégation de mortiers bien faits, et ils adoptèrent, comme pour couronner ce système, la voûte en plein-cintre et à claveaux, qui fut la caractéristique de leur art.

Digitized by Google

C'est grâce à ce principe nouveau, qu'ils purent couvrir le monde ancien de leurs œuvres, et conquérir rapidement à leur civilisation les peuples vaincus, en les dotant de ces bienfaits qui imposaient un sentiment profond de reconnaissance, d'admiration et de respect pour les vainqueurs.

DIVISION DU TRAVAIL.

Cette puissance de production, qui laissa bien loin derrière elle celle de l'art grec, ils la durent encore à l'application fort habile qu'ils surent faire d'un autre principe fécond, celui de la division du travail; avec ce secours, ils purent non-seulement produire beaucoup, mais improviser avec les manœuvres les moins expérimentés et les moins habitués aux constructions, des légions d'ouvriers habiles, en réduisant leur apprentissage à celui d'une seule main-d'œuvre ou façon très-simple, sous la direction d'officiers des légions ou de quelques inspecteurs; ils purent du même coup imprimer à leurs travaux une activité si grande, que certains des plus grands ouvrages que nous décrirons furent exécutés en deux ans ! On était pressé de jouir, on ne pouvait retenir trop longtemps les légions sur les chantiers, non plus que les populations réquisitionnées en masse, qui ne pouvaient indéfiniment déserter leurs travaux particuliers; la célérité dans l'exécution fut une exigence de leur temps, qui leur inspira des méthodes et des procédés tout nouveaux.

A Rome, où les ouvriers auraient pu, comme les nôtres, cumuler plusieurs façons, chaque détail de la construction restait dévolu à des catégories et à des corporations parfaitement tranchées et distinctes; chaque nature de maçonnerie avait même ses ouvriers propres; dans un même mur, les angles et les chaînes en pierre de taille paraissent avoir été montés par d'autres ouvriers que ceux qui faisaient les cordons en briques ou les blocages de remplissage, ou les maçonneries en *incertum* ou en *reticulatum;* les équipes devaient se succéder alternativement; il devait bien en résulter une certaine perte de temps, mais elle était rachetée par la rapidité et la bonne exécution de chaque travail spécial.

Digitized by Google

On distinguait ainsi, pour les colléges de constructions : les *calcis coctores*, chaufourniers,

structores, maçons ordinaires,

arcuarii, poseurs des voûtes,

parietarii, ouvriers des cloisons,

tectores, faiseurs d'enduits,

albarii, plâtriers et stuqueurs,

cementarii, faiseurs d'enduits au ciment,

silicarii et *lapidarii*, tailleurs de pierres de petit appareil et de pavés,

quadratarii, tailleurs de pierres de grand appareil,

marmorarii, marbriers,

dolabrarii, mineurs ou terrassiers,

metallarii, mineurs et carriers,

Il y avait encore les briquetiers, les mosaïstes, etc.

Le travail du bois se partageait entre les *dendrophori*, bûcherons,

Les *sectores materiarum*, scieurs de long,

Les *tignarii*, charpentiers,

Les *clavarii materiarum*, fabricants de chevilles et de clés pour les assemblages,

Les *lignarii* ou *intestinarii*, menuisiers, etc.

INSTRUMENTS DES ARTS.

Nous retrouvons dans Vitruve *(Vitruvius Pollio)*, ou gravés comme attributs de la profession sur les tombeaux de Cossutius et de Volaper, les instruments employés par les ingénieurs, architectes, vérificateurs, etc.

Ils connaissaient la règle *(regula)*, l'équerre à angle saillant ou rentrant *(norma)*, le fil à plomb *(perpendiculum)*, le niveau de maçon (*libella*), les compas (*circinus*) à branches droites ou courbes ou de proportion, la toise à mesurer ou *quincupedal* (5 pieds), le cordeau (*linea*).

Pour les nivellements des routes, des aqueducs, on employait, outre le niveau de maçon, les *dioptres* ou *libræ aquarum ;* cet instrument se composait d'une assez longue règle, formant ali-

Digitized by Google

dade, et pouvant osciller, à la manière d'un fléau de balance, autour d'un axe formé par des couteaux pris dans une chape; le fléau était ramené horizontalement par une longue aiguille verticale lestée, passant par le plan des couteaux. Cet instrument est rappelé par le niveau de M. Burel.

Cet instrument était évidemment moins précis que le *chorobate;* ce dernier se composait d'un chevalet allongé comme un banc d'école, d'une longueur de 20 pieds (environ 6 mètres); le chapeau était monté sur deux pieds égaux, solidement fixés d'équerre et guidés par deux fils à plomb et des lignes de foi. Quand on avait besoin d'une précision plus grande, on remplissait d'eau une rigole ou mortaise creusée sur la face supérieure, de 5 pieds de longueur, d'un *doigt* ($0^m,018$) de largeur et d'un *doigt* et demi ($0^m,027$) de profondeur; l'eau devait affleurer l'arête également partout, pour marquer l'horizontalité parfaite. Pour tracer les pentes régulières, on rechargeait un des pieds d'un tasseau représentant la dénivellation demandée.

Cet instrument devait éprouver des gauchissements et des déformations; dans une étroite gouttière les ménisques sur les bords devaient gêner la constatation de l'affleurement; nos niveaux à bulle d'air laissent le *chorobate* incomparablement loin derrière eux pour la précision, la sensibilité et la portée.

Les Romains se servirent parfois très-habilement cependant de ces instruments imparfaits; la pente de l'aqueduc romain d'Arcueil présente une régularité remarquable, bien supérieure à celle de son voisin de Marie de Médicis. D'autres fois, au contraire, comme aux aqueducs de Poitiers, les nivellements sont fort irréguliers et paraissent avoir été peu soignés.

OUTILS.

On a retrouvé la collection à peu près complète des outils anciens dans les fouilles, dans les bas-reliefs des tombeaux et des stèles, comme attributs des professions, ou dans les reliefs des colonnes Trajane et Antonine, sur les médailles, jusque sur les décors des poteries romaines ou étrusques, et dans les descriptions des auteurs spéciaux, comme Vitruve et Frontin; les

Digitized by Google

Romains, comme les Assyriens et les Égyptiens, nous ont laissé presque toute leur histoire sculptée ou gravée; on n'a qu'à puiser dans les dessins et les reliefs pour la faire revivre tout entière.

Les terrassiers employaient la pelle (*pala*), la bêche, la pioche et le pic (*fossaria dolabra*).

Les mineurs employaient le pic, la grosse pointe; ils pratiquaient des saignées et des havages, et achevaient l'abattage avec des coins. Pour les tranchées, tunnels, galeries dans le roc, n'ayant point la poudre à leur disposition, ils attaquaient péniblement la roche dure à la pointe ou au ciseau, la roche tendre à la hache (*dolabra*) ou à l'herminette (*ascia*), en laissant ainsi des parements dressés, sans arrachements.

Pour la taille de la pierre, ils avaient le poinçon, le ciseau large ou étroit (*scalprum*), le têtu, l'herminette ou doloire (*ascia*) (1), et la ripe (*marra*) pour dresser les parements et faire les ravalements; ils n'employèrent pas la boucharde. Ils débitaient la pierre tendre avec la scie à dents (*serra*), et la pierre dure et le marbre avec la scie sans dent et le sable fin d'Éthiopie mouillé. L'appareilleur avait des règles, des équerres, des sauterelles, et, pour relever les joints polygonaux des dallages, des pavés, de l'*opus incertum*, il se servait de règles en plomb pour rapporter exactement les contours à épouser. Le maçon avait la truelle (*trulla*), l'auget (*fidelia*), le niveau, l'*ascia*, etc.

Certains reliefs de la colonne Trajane permettent de surprendre la vie des chantiers romains : on voit les manœuvres monter le mortier dans des paniers cylindriques posés sur l'épaule gauche, ou des pierres et des moellons posés sur la nuque, maintenus par deux barres passées sur les épaules ou retenus par une corde.

Le forgeron (*faber* ou *ferrarius*) avait des jeux de marteau (*marcus, marculus*), des tenailles (*forcipes*), l'enclume (*incus*), l'âtre (*caminus*), le soufflet (*follis*), la lime (*lima*).

Le charpentier et le menuisier se servaient du maillet (*mal-*

---

(1) On retrouve la figure de cet instrument, avec le niveau de maçon, sur presque tous les tombeaux romains; on n'a pu se mettre bien d'accord sur le sens allégorique que renfermait ce signe, ni sur la formule funéraire : *Sub asciâ dedicavit*, remplacée sur les tombes militaires par cette autre : *Sub hastâ dedicavit*.

Digitized by Google

leus), d'une grande variété de scies (*prista* et *serra*), de la scie à main (*serrula*), du rabot (*runcina*), des tarières (*terebra*), du ciseau (*scalprum*), du chevalet (*vara*), de la râpe (*scobina*), de haches (*dolabra*), de bouvets, d'herminettes; ces instruments étaient, faute d'acier encore inconnu, en fer, et plus souvent en bronze trempé, comme les épées et les clous.

ENGINS ET APPARAUX DES CHANTIERS.

S'ils eurent souvent recours dans leurs constructions à la mise en œuvre plus facile de matériaux de petite ou de moyenne dimension, ils ne se montrèrent pas moins habiles que les Égyptiens, les Assyriens ou les Grecs, à manœuvrer des blocs de proportions colossales.

Dans l'antiquité, la puissance de l'homme réduite à peu près à ses seules ressources, mit une sorte de forfanterie orgueilleuse à défier la nature et à se manifester par ces merveilles de patience ou par ces tours de force, que nous n'exécutons plus que dans les cas de nécessité absolue; nous dédaignons aujourd'hui ces démonstrations, et nous plaçons ailleurs notre orgueil; nos grands engins de la mécanique moderne, nos verrins, nos grandes mâtures, nos treuils à vapeur, nos presses hydrauliques, capables d'efforts de 800000 kilogrammes, se font un jeu de manœuvres aussi puissantes, mais plus utiles; aujourd'hui, nous soulevons et déplaçons des navires de 3000 tonneaux en n'étonnant plus personne!

Les Égyptiens inspirés peut-être par les lignes infinies et invariables de leur désert, voulurent atteindre à l'immobilité gigantesque: ils satisfirent à ce sentiment en entassant d'énormes monolithes horizontaux de granit sur des bases plus colossales encore; pour résoudre ce difficile problème, ils n'eurent que des leviers, des plans inclinés, des rouleaux, et la traction directe de peuplades entières (1); c'est avec ces ressources primitives qu'ils parvinrent

(1) Pline, sur une tradition, rapporte que 120000 hommes concoururent à l'érection de l'obélisque de Mnévis, haut de 99 pieds et large de 4 coudées ($1^m,76$).

Digitized by Google

à remuer et à mettre en place ces obélisques, ces sphinx, ces soubassements et ces couronnements des pylones et des propylons, par exemple, qu'on rencontre à chaque pas dans les ruines de Thèbes ou de Persépolis, dans les temples de Karnak, d'Edfou, de Philæ ou de Denderah, et qui mesurent jusqu'à 10 mètres de longueur, 3 ou 4 mètres de hauteur, 2 à 3 mètres d'épaisseur, cubent plus de 100 mètres cubes, et pèsent jusqu'à 300000 kilogrammes !

Les Grecs et les Romains eurent de plus à leur aide le coin, la vis, la moufle et le treuil; ils s'en servirent avec une adresse merveilleuse : on reste stupéfait d'admiration devant l'habileté ingénieuse de l'architecte antique qui a mis debout des statues de 30 mètres de hauteur, comme celle du Colosse de Rhodes, le portique du Panthéon, les murs de Pæstum et d'Agrigente, les obélisques de Saint-Jean-de-Latran et de Constantinople. Les colonnes du portique du Panthéon à Rome sont des monolithes de granit mesurant $1^{m},50$ de diamètre et $12^{m},50$ de hauteur, et pesant 73000 kilogrammes.

Au pied des murs de l'ancienne Agrigente (Girgenti actuel), on trouve des blocs renversés qui ont les proportions colossales de $19^{m},50$ de longueur, $3^{m},89$ d'épaisseur, $6^{m},49$ de hauteur, cubent 500 mètres cubes, et pèsent près de 1100000 kilogrammes !

Ces dimensions et ce poids ne sont dépassés que pour deux obélisques de granit de Rome qui ont $3^{m},60$ de côté à la base, $2^{m},40$ au sommet, $48^{m},25$ de hauteur, cubent 440 mètres cubes et pèsent chacun près de 1160000 kilogrammes.

L'érection contemporaine de l'obélisque de Louqsor à Paris, de 24 mètres seulement de hauteur, a montré que ces travaux auraient coûté des efforts sérieux même à l'outillage moderne, et concilie notre juste admiration à l'architecte antique qui résolvait heureusement, avec de bien plus faibles ressources, d'aussi difficiles problèmes.

Pour le transport et le bardage des grands fardeaux, les Romains employaient des chariots à deux ou quatre roues (*plaustra* ou *chamulci*) d'une solidité exceptionnelle, traînés par un très-grand nombre de chevaux; pour les manœuvres à pied d'œuvre, ils avaient recours aux rouleaux.

Ils amenaient souvent leurs colonnes de fort loin, d'Ostie où

Digitized by Google

elles étaient débarquées, en les faisant rouler à travers champs; on scellait aux deux bouts deux énormes goujons, on les encadrait d'un châssis à timon, puis on les faisait traîner à la manière des rouleaux de pierre pour le cylindrage des routes ou des terres labourées; on les ravalait ensuite sur le chantier.

Pour les obélisques, les blocs prismatiques des architraves, on les encastrait dans une sorte de grande lanterne formée de deux très-larges tourteaux en bois, reliés ou non entre eux par des fuseaux; on enroulait sur les fuseaux ou sur la pierre un câble à l'extrémité duquel les attelages faisaient effort, pour faire progresser tout le système.

Pour le levage et le montage, ils se servirent, avec une habileté extrême, des chèvres, des bigues, des mâtures, désignées sous le nom générique de *varæ*, et combinées avec des systèmes souvent fort compliqués de moufles, de treuils, de cabestans, de roues à chevilles ou de manéges.

La chèvre, retenue par des haubans, était actionnée par un treuil à barres ou une roue à chevilles ou à tympan; on employait encore la sapine et la bigue à trois pieds avec plusieurs séries de moufles. Le relief d'un marbre du théâtre de Capoue nous a transmis le croquis d'une opération de cette nature : la tête du fût d'une colonne est saisie par des cordages qui passent dans une chape au sommet d'une sorte de machine à mâter, et vont s'enrouler sur un treuil mû par une grande roue à tympan.

Les Romains usaient des moufles simples (*trochlies*), avec poulies (*orbiculi*) étagées ou sur un même axe, des moufles triples (*trispastes*) avec deux poulies en haut, une en bas, des *pentaspastes* (quatre poulies en haut, cinq en bas); ils allaient même jusqu'à disposer huit poulies en haut et sept en bas; le brin était alors conduit par un cabestan, ou par un treuil à chevilles ou à homme (*tympanum*).

Un appareil dont ils tirèrent un fort bon parti, et que rappelle notre grue à volée fixe, était le *polyspaste*; il se composait d'un grand mât sur pivot avec une volée transversale, qui portait les brins de petits palans tirés à bras d'homme. La volée tournait et amenait les matériaux à l'aplomb du lit de pose.

Pour le halage des navires, des grands fardeaux, ou pour agir plus énergiquement sur les brins des moufles, on employait une

Digitized by Google

série de cabestans actionnant les barres les uns des autres, et arrêtés par des encliquetages de retenue.

Pour le levage des pierres, on les accrochait par l'intermédiaire des tenailles de Vitruve (*forcipes*), tenailles dont les mâchoires s'engageaient dans des entailles de la face supérieure, et dont les manches étaient serrés par la haussière ; ou bien on engageait dans un trou la *louve de Philander*, composée de deux parties en demi-queue d'hironde et d'une clavette rectangulaire qui s'insérait entre elles deux.

Pour les épuisements et mises à sec des fondations, des carrières, des mines, etc., ils disposaient de la vis d'Archimède (*cochlea*) ; ils connurent encore, pour cet usage, les norias, les roues à tympan, les roues à augets (*rota aquaria*), simples ou étagées, les unes au-dessus des autres, pour épuiser à de grandes profondeurs ; ils actionnaient ces machines par des roues à tympan (*tympanum*) ou des manéges et des engrenages à pignon et à lanterne. Vitruve décrit longuement, sous le nom de *machina Ctesibica*, une machine qui est une véritable pompe foulante à double corps. On a retrouvé, dans le siècle dernier, à *Castrum novum*, près de Civita-Vecchia, un modèle de cette pompe, se rapportant tout à fait à la description qu'en a donnée Héron, élève de Ctésibius, et ressemblant à nos pompes à incendie actuelles, dont elles remplissaient aussi le rôle. (Pl. XII, fig. 20.)

Les roues à palettes planes ou roues pendantes leur rendirent de grands services, soit pour remonter l'eau par des chaînes à godets, des norias ou des couronnes à augets, soit pour moudre la farine. Au dire d'Ausone, on avait déjà installé des scieries à eau pour débiter le marbre.

ÉCHAFAUDAGES.

A Rome, où le bois devint bientôt rare, et dans les provinces, où l'on ne disposa pas toujours d'un matériel considérable, l'ouvrier dut s'habituer de bonne heure à installer son chantier et son échafaudage à très-peu de frais ; d'après les trous de boulins et les pierres saillantes qu'on retrouve sur les parements des ouvrages, on peut croire que l'échafaudage tenait le plus possible à la maçonnerie, porté par des boulins de $0^m,12$ à $0^m,15$ et des échasses, ou

Digitized by Google

plutôt par des contrefiches appuyées sur des corbeaux saillants des assises inférieures. Un platelage reposait sur les boulins et recevait les ouvriers. Toutes ces installations se faisaient avec des bois très-courts et très-maniables, et devaient s'élever facilement avec la maçonnerie, qui se posait toute taillée sur le chantier, et qu'on négligeait souvent, surtout dans les travaux publics, de ravaler et de ragréer après la pose.

MATÉRIAUX EMPLOYÉS.

Les Romains furent les moins exclusifs des constructeurs de l'antiquité, et, pour chaque objet spécial qu'ils eurent en vue, ils surent tirer toujours le meilleur parti des éléments que la nature avait mis à leur portée.

BOIS.

Ils firent un usage judicieux des bois; ils employaient le chêne, l'aune, le sapin, l'olivier pour les pilotis, les tuyaux à eau, les constructions navales; le hêtre, le peuplier et le saule pour les menuiseries intérieures.

Le sapin, le larix qui passait pour incombustible, servaient aux toitures; on faisait les statues avec le cyprès que l'on croyait incorruptible; le cèdre, qui paraissait avoir une durée éternelle, était consacré aux charpentes des temples et des édifices. L'orme et le frêne étaient destinés au charronnage et aux pièces ou clés d'assemblage des maçonneries; l'olivier, durci au feu, était engagé dans les maçonneries et servait à relier et entretoiser les parements des remparts.

Vitruve recommandait déjà de couper les bois d'octobre à fin février, après avoir fait écouler la sève par un trait de scie pratiqué à mi-épaisseur du tronc.

Les forêts qui fournissaient les bois à Rome, étaient celles de Pise sur le versant de la mer Tyrrhénienne, la *Pineta* de Ravenne sur l'Adriatique; les bois arrivaient facilement par Ostie ou par le Tibre. On eut bientôt épuisé les forêts de l'Italie, et il fallut faire venir les bois des Gaules et de l'Asie-Mineure par mer, et des Alpes rhétiques et des Grisons par le Pô et Ravenne.

Digitized by Google

MÉTAUX.

Les Romains connurent et employèrent à peu près tous les métaux ; sans entrer ici dans l'examen de leurs connaissances métallurgiques, que nous réservons pour un chapitre spécial, nous dirons seulement quelles applications ils surent en faire.

Le cuivre fut employé, au dire des archéologues, bien avant le fer, parce qu'il se rencontrait souvent à l'état natif, et que sa préparation ne réclamait pas alors les hautes températures exigées pour la production du fer. Les métallurgistes ne partagent pas complétement cette opinion.

Les mines de cuivre de Temèse dans le Bruttium, citées déjà dans l'Odyssée (au IXe siècle avant J.-C.) furent épuisées sous Tibère ; les Étrusques en exploitèrent d'autres dans l'Ombrie.

Le cuivre pur fond difficilement et se solidifie instantanément; les plus anciens peuples de la Bactriane, les Aryas, avaient découvert qu'en alliant l'étain au cuivre, on corrigeait cet inconvénient; cet alliage était l'airain, qui contenait généralement 88 de cuivre et 12 d'étain ; c'est la proportion que l'on retrouve très-sensiblement pour tout l'airain antique, aussi bien en Russie qu'en Égypte, dans les Gaules que dans les Indes.

On employa l'airain à la fabrication des armes, des monnaies, des instruments d'agriculture, des haches, des marteaux, des rasoirs, des statues, boulons, étriers, goujons, louves, clous, et de tous ces objets auxquels furent consacrés par la suite le fer et l'acier.

Dans l'origine, tous ces objets furent coulés; on a retrouvé les moules anciens, notamment pour les haches. Plus tard, les Romains apprirent à forger et étamper le cuivre et le bronze, à étirer les lames d'épées sous le marteau.

On donnait à l'airain une trempe spéciale qui le rendait très-résistant et très-dur, en le chauffant et le laissant refroidir lentement ; cette propriété était utilisée pour la confection des ciseaux, des rasoirs, des haches, des armes, des clous, etc. ; pour ces usages spéciaux, l'airain fut employé longtemps encore après l'introduction du fer, tant qu'on ne connut pas l'acier, ou qu'on n'en eut que de petites quantités importées de la Perse.

Digitized by Google

L'étain servit non-seulement en alliage avec le cuivre, mais encore à la fabrication d'ustensiles divers, combiné avec 30 pour cent de plomb.

Le plomb était fort répandu ; on sut de bonne heure le laminer et le réduire en feuilles sur lesquelles on écrivait et conservait les actes importants, les textes de lois, etc. ; il servait encore à recouvrir les monuments, à poser les assises de pierres, à doubler les cuirasses. Agrafé et cloué, ou soudé bord à bord par du métal liquide, il fournissait des tuyaux, des bâches, des cercueils, etc.

Le zinc servait déjà à faire des frontons.

Le fer pénétra relativement tard en Europe ; on le connaissait dans l'Inde 3000 ans, en Égypte 2000 ans, dans l'Asie-Mineure 1200 ans avant J.-C. ; les procédés métallurgiques ne se répandirent pourtant en Grèce qu'au IXe siècle avant J.-C., et de là chez les Etrusques, qui exploitèrent les mines, déjà célèbres, de l'île d'Elbe (*Ilva*) ; celles-ci, d'après une légende antique, se renouvelaient d'elles-mêmes, et n'ont pas encore été épuisées par 3000 ans d'exploitation continue. Dans tous les cas, le fer et ses applications étaient connus dès les premiers temps de Rome, car nous voyons, vers — 500, les mines de l'île d'Elbe figurer dans un traité de paix conclu avec Porsenna.

CHOIX DES MATÉRIAUX.

Pour les matériaux de construction, ils utilisèrent, avec une adresse et un sens pratique infinis, tout ce qu'ils trouvèrent sous leur main et presque à pied d'œuvre ; granits, porphyres, basaltes, laves, tufs, silex, meulières, grès, cailloux, galets, scories de fer, calcaires durs ou tendres, briques, ils employèrent tout indifféremment, et toujours avec le même succès.

Mais ils ne consentirent jamais à employer en grand appareil que des pierres d'une qualité excellente ; sans quoi, ils préféraient descendre au plus humble appareil pour mettre en œuvre des éléments d'une qualité meilleure. Aussi les carrières que l'on retrouve ouvertes et exploitées par eux, réunissent-elles les meilleures conditions désirables, et mériteraient-elles d'être plus souvent recherchées ; leur choix dénote la grande intelligence et l'expérience consommée des constructeurs romains.

Digitized by Google

Ces matériaux furent toujours mis en œuvre, dans les meilleures conditions possibles, et l'on ne trouve de pierres posées en *délit* que lorsque cet emploi n'offre aucun danger.

Nous ne citerons que les matériaux employés à Rome, et les matériaux de luxe, puis nous examinerons les divers éléments employés et les procédés généralement suivis dans leurs diverses constructions.

Les Romains appelaient *cœmentum* le moellon brut ou la pierre cassée, la pierre de construction, *saxum quadratum* la pierre de taille, *silex* la roche dure pour pavage, *lapis* les pierres employées en dallage.

Leurs principales pierres de construction furent :

Le *travertin*, calcaire à grain fin, dur, résistant bien à l'air, mais éclatant au feu; il provenait des carrières de Tivoli et de Monte-Rotondo; on l'employait pour les fondations des ponts; quelques échantillons présentent une densité de 2358, et s'écrasent sous une charge de 298 kil. par centimètre carré; d'autres n'ont que 2254 de densité, et s'écrasent sous une charge de 226 kil. seulement (expériences de Rondelet).

Le *pépérin*, lave grisâtre ou rougeâtre, qu'on trouvait à Frascati et à Albano, plus tendre que le travertin, mais plus difficile à tailler à cause de la présence de grains très-durs; les murs de Rome en sont construits; la densité du pépérin est de 1972, et sa résistance de 228 kil.

Pour les cloaques, on fit usage d'une pierre blanche à grain fin, moins belle, appelée *Piperno*, qui se comportait très-bien à l'eau et à l'humidité.

Ils utilisèrent des laves basaltiques des environs de Rome, d'une densité de 2595 et d'une résistance de 592 kil., et des tufs lithoïdes rougeâtres ou grisâtres, plus tendres que ces laves, facilement sciables, pesant 1302, s'écrasant sous une charge de 52 kil., et appelés par Vitruve *Pallienses*, *Fidenates*, *Albanæ*. On laissait sécher les moellons deux ans avant l'emploi, pour les débarrasser de leur eau de carrière.

Ces matériaux provenaient souvent de carrières situées à 25 ou 30 kilomètres de distance; mais, dans les autres chantiers de l'empire, sauf pour les matériaux de luxe, on utilisa, dans les meilleures conditions possibles, les éléments qu'on trouva

Digitized by Google

dans un rayon restreint des travaux, n'employant le grand appareil que lorsque la carrière était à pied d'œuvre, et, à défaut, adoptant le réticulé, l'*incertum*, le béton, la brique, qui permettaient d'utiliser indifféremment le granit ou la craie, le porphyre ou la terre elle-même.

Pour les matériaux de luxe, qu'ils firent venir de très-loin, ils donnèrent le nom de *marbres* à toute pierre, marbre véritable, granit, porphyre, serpentine, albâtre, brèche, susceptible de prendre un beau poli et de se prêter à des effets d'ornementation; dès le IVe siècle, ils surent colorer les marbres pour la décoration polychrome.

Ils tirèrent les marbres blancs, pour les statues et les temples, de Paros, de Luna, de Carrare, des îles d'Elbe, de Thasos et de Chio, des côtes de la Propontide, de la Cappadoce ; ils eurent les marbres verts d'Auguste et de Tibère, le vert antique (serpentine veinée de filons calcaires), le jaune antique de Laconie, le portor de Luna, les marbres blancs veinés de rouge de Phrygie, ceux de Syène et de Négrepont, la brèche verte d'Algérie ou d'Égypte (conglomérat de granit, de porphyre et de pétrosilex).

Ils employèrent des basaltes de la Haute-Egypte pour faire quelques statues ; ils firent un grand emploi des porphyres d'Egypte, de Numidie, des îles de l'Archipel, de l'Esterel et de Bagnoles, aux environs de Fréjus; des granits de Sardaigne, de Corse, de Toscane, du lac Majeur, du Var (Callas), des îles d'Elbe et de Giglio ; ils en firent venir des carrières de Syène (*thebaïcum marmor*) et des cataractes du Nil, où l'on a retrouvé des obélisques ébauchés.

Ces matériaux furent employés à profusion dans les monuments romains, mais sous la forme de revêtements, en plaques retenues entre elles par des feuillures et fixées au moyen de goujons de bronze scellés dans des tasseaux de marbre engagés dans la maçonnerie brute sous-jacente. On employa encore en dalles le marbre, le granit, le porphyre, jusqu'au jaspe lui-même, comme on le voit au Panthéon et au Forum de Trajan.

BRIQUES.

Dans les pays peu favorisés sous le rapport des matériaux de construction, on sut de bonne heure en créer artificiellement ; on

Digitized by Google

a retrouvé d'anciennes briques faites, vingt siècles avant notre ère, par les anciens rois de Chaldée. Quand on ne disposait pas de combustible pour les faire cuire, on les faisait sécher au soleil pendant de longues années, puis on les revêtait de plaques de gypse pour les soustraire à l'humidité; ou bien, on faisait, comme les Assyriens, du pisé avec de l'argile, du naphte et du bitume minéral, battus avec de l'eau et des roseaux hachés. Les Assyriens surent aussi faire des briques cuites, striées, émaillées ou vernissées.

A Rome, les pierres de construction coûtèrent assez cher, à cause des longs transports; en conséquence, on y fit longtemps usage de briques faites presque sur place; comme le combustible était rare, on ne les cuisait pas, on se contentait de les faire sécher au soleil pendant cinq ans au moins; les murs ainsi construits devaient être protégés par des enduits ou des stucs très-soignés, ce qui explique la très-grande importance que prirent de bonne heure tous les revêtements de cette nature.

Ces briques crues en argile (*lateres crudi*), bien préparées, mélangées souvent avec de la paille hachée, presque pulvérisée, bien rebattues et séchées au soleil pendant de longues années (1), rendirent de grands services dans toute l'Antiquité; elles possédaient une cohésion et une résistance telles qu'on pouvait les employer à l'humidité dans les murs de soutènement: on retrouve en parfait état des murs ainsi faits à la villa Adrienne, à Tivoli, et les murs de Ninive, vieux de plus de 3,000 ans.

Les Romains donnèrent à ces briques crues (*lateres*) des dimensions empruntées aux Grecs :

Didoron (δίδωρον): $0^m,30/0^m,15$; *lydion* (λύδιον): $0^m,30/0^m,45$; *tétradoron* (τετράδωρον): $0^m,60/0^m,60$; *pentadoron* (πεντάδωρον); $0^m,745/0^m,745$; et quelques-unes, avec des dimensions moitié moindres pour couper les joints; elles avaient généralement de $0^m,04$ à $0^m,05$ d'épaisseur. Avant Vitruve, on employait des tuileaux ou briques cuites pour les murs mitoyens, qu'on voulait réduire à l'épaisseur d'un pied et demi ($0^m,45$).

(1) Une loi proscrivait des constructions les briques crues de moins de cinq ans de fabrication; pour permettre la vérification, elles portaient empreintes la marque du fabricant et la date de leur confection.

Digitized by Google

A la suite des débordements fréquents du Tibre qui, s'élevant à 14 ou 15 mètres au-dessus de son étiage, envahissait des quartiers entiers de la ville, détrempait ces argiles crues et provoquait chaque fois des éboulements désastreux, un édit proscrivit l'usage des briques crues; les Romains firent alors couramment des briques cuites (*lateres cocti*) avec de l'argile et du sable quartzeux.

Ils les appliquèrent à tous les besoins de leurs constructions; ils firent ces briques en quarts de cercle pour les colonnes et les pilastres, triangulaires, rectangulaires, mais surtout carrées; les dimensions usuelles furent :

$0^m,596/0^m,596/0^m,050$, $0^m,447/0^m,447/0^m,045$,

$0^m,295/0^m,295/0^m,040$ et $0^m,199/0^m,199/0^m,040$,

avec les demi-briques (*semi-lateres*) et des quarts de briques de ces dimensions.

On fit quelquefois des briques en claveaux pour les voûtes, et des briques pour dallages ou couvertures d'aqueduc, ayant jusqu'à $0^m,75/0^m,75/0^m,075$, parfaitement cuites. On les cuisait à la volée avec des feux très-violents, car on a retrouvé près de Fréjus des aires de grès et de porphyres vitrifiées; on se servait aussi de fours comme pour la chaux et les poteries (pl. VIII).

Comme les tuyaux, les poteries, les tuiles, elles étaient généralement estampillées du nom du fabricant; aux environ de Strasbourg, presque toutes les briques des ouvrages romains portent le sigle de la VIIIe légion, dont on a retrouvé l'atelier.

Comme ces briques cuites étaient coûteuses, on ne les employait guère en *diamecton* que pour les murs minces et les murs mitoyens, dont l'épaisseur était strictement limitée à un pied et demi par les règlements de voirie; d'après les bases admises dans l'évaluation des parts de mitoyenneté, le prix de ces murs était calculé pour une durée de 80 ans.

En dehors de ces cas, les briques cuites n'étaient généralement employées qu'en *emplecton*, en revêtements de faces, sur un noyau de blocages avec des assises de liaison, ou bien en chaînes d'angles ou en cordons (pl. I, fig. 16-17). Pour les revêtements, on se servait de briques triangulaires formant en queue des redans qui se liaient bien avec le blocage du noyau central.

Digitized by Google

On ménageait dans ces chaînes verticales ou d'angles, ou dans ces revêtements, de très-grands joints de 0m,02, et même de 0m,03, pour permettre à la maçonnerie de briques de tasser parallèlement avec les maçonneries de blocage, le *spicatum* ou le *réticulé*, auquel on l'associait souvent.

Les Anciens manièrent l'argile avec une grande habileté; les tuiles romaines avec leurs angles vifs, leurs crochets, leur résistance et leur homogénéité, témoignent d'un choix parfait et d'un excellent malaxage des terres.

Ils firent par moulage et compression des briques creuses et des boisseaux pour voûtes légères; on en retrouve aux ruines du cirque de Caracalla et de Spalatro. Ils firent par le même procédé des tuyaux en terre cuite pour conduits horizontaux et verticaux d'air chaud et de fumée des *hypocaustes* ou calorifères placés dans les sous-sols.

Pour les conduites d'eau (pl. XII), leurs tuyaux (*tubuli*) à manchons ou à emboîtement étaient vernissés à l'intérieur; faits non au tour, mais par compression dans des moules, comme l'attestent les bavures et les filets, ils avaient une très-grande résistance. Le vernissage intérieur de ces tuyaux, comme celui de certaines briques de revêtement, était obtenu avec une base plombifère.

CHAUX, CIMENT, POUZZOLANE.

L'usage du mortier était connu, dit M. Vicat, plus de 2000 ans avant notre ère; celui qui lie les assises des pyramides de Chéops, des temples d'Edfou et de Philæ, est fort semblable à nos mortiers modernes, et présente les proportions ordinaires; chez les Égyptiens, il jouait un rôle très-secondaire, il servait à garnir les joints très-précis des blocs énormes qui constituaient les édifices, sans ajouter beaucoup à la cohésion de l'ensemble. Le plus souvent même dans les monuments assyriens et égyptiens, on ne trouve pas de mortier. M. Vicat fait remarquer que les constructeurs de ce temps, en ne comptant pas trop sur le mortier, paraissent avoir judicieusement pressenti les funestes effets qu'exerce à

Digitized by Google

la longue, sur le durcissement et la durée de ce composé, le climat sec et brûlant de leur pays; les Carthaginois, les Sarrazins plus tard, s'inspirèrent sagement de cette expérience et de cet exemple; les Romains, qui ne modifièrent pas leur pratique ordinaire, créèrent en Afrique des monuments qui n'ont pas résisté.

Les Grecs apprirent de bonne heure à se servir du mortier dans les constructions. Leurs colonies transportèrent et vulgarisèrent les procédés en Italie. Vitruve nous a transmis ce que les auteurs grecs avaient écrit sur l'art de bâtir, et toutes les règles et pratiques qui furent suivies de son temps. On ne rencontre nulle part de secrets, de tours de main particuliers. Les Romains regardaient la chaux grasse comme la meilleure; ils l'obtenaient en calcinant dans des fours, dont quelques-uns ont été retrouvés (pl. VIII), des débris de marbre ou le calcaire le plus pur; ils ne connurent pas les chaux hydrauliques et les ciments modernes; le ciment actuel dit *romain* ne possède absolument que cette épithète de commune avec les composés anciens.

Les Romains donnaient à leurs chaux grasses les propriétés hydrauliques nécessaires aux travaux en rivière ou à la mer, en les additionnant de pouzzolane du Vésuve. Quand ils ne pouvaient s'en procurer, ils la remplaçaient par de la brique ou du tuileau concassé et pilé plus ou moins grossièrement.

L'excellence du mortier romain, dit M. Vicat, a été longtemps rapporté à tort à des secrets particuliers; ces procédés se seraient bien transmis par tradition: or, les ouvriers italiens qui opèrent encore aujourd'hui, sans s'en douter, pour les enduits de citernes et les carrelages en béton, comme l'indique Vitruve, font des ouvrages aussi solides que ceux de leurs ancêtres.

Dans certains travaux faits hâtivement ou improvisés par les Romains dans les provinces, en dehors des règles religieusement suivies, quand ils étaient maîtres du temps et de l'heure, on retrouve des grumeaux de chaux assez nombreux, résultant d'une extinction imparfaite par aspersion, comme il arrive souvent pour la chaux très-grasse, et non d'un défaut de broyage, qui fut toujours très-soigné. De pareils mortiers n'étaient pas d'une qualité supérieure: leur résistance descendait alors à 11, 8, 6 kil., et jusqu'à $2^k,5$ par centimètre carré. Les maçonneries ainsi faites ont aussi moins bien résisté au temps.

Digitized by Google

Dans les conditions ordinaires de leurs constructions soignées, les chaux, avec les siècles, se sont complétement carbonatées dans toutes les parties des massifs ; avec l'association des pouzzolanes ou autres matières semblables, les silicates ont pris nature sur tous les points, la prise en bloc est devenue parfaite, et l'ouvrage tout entier s'est transformé en monolithe indestructible.

L'invention des chaux hydrauliques et ciments artificiels nous a donné, depuis 1820, une supériorité marquée sur les Romains : par le choix des matériaux, leur association raisonnée et calculée, Vicat nous a appris à préparer des combinaisons plus intimes des divers éléments mis en présence, et à obtenir plus rapidement, plus économiquement des constructions aussi solides.

Les chaux employées à Rome se tiraient d'Étrurie et de Terracine (1).

La corporation des *calcis coctores* était fort puissante ; les soins et les précautions à prendre dans la fabrication de la chaux étaient déterminés par les règlements de la corporation ; une ancienne loi, peu respectée, il est vrai, interdisait l'emploi de chaux éteinte depuis moins de trois ans, en vertu de cet adage : « *Calx intrita quoque quò vetustior, eò melior.* »

Cette règle s'appliquait surtout à la chaux destinée aux enduits, *tectoria*, pour lesquels on redoutait particulièrement que des parties mal éteintes ne vinssent, en fusant, à crevasser les sur-

---

(1) D'après les descriptions anciennes et quelques restes retrouvés, le four à chaux antique semble avoir été disposé de la manière suivante (pl. VIII, fig. 20) : On construisait, au-dessous du sol, un foyer en tronc de cône renversé, recouvert d'une voûte en coupole évidée et soutenue par un pilier central ; ce foyer s'appelait *fornix ;* au-dessus du sol était montée une cuve tronconique (*summa fornax*) en briques et en argile comme la substruction, de 2 mètres de diamètre intérieur au bas et de 1 mètre au sommet, terminée par un gueulard ou cheminée circulaire (*orbis summus*). On accédait par deux puits ou plans inclinés (*fauces*) à deux ouvreaux opposés (*præfurnia*), d'un côté pour alimenter de bois, de l'autre pour retirer les cendres ; on effaçait ainsi l'entrée des grilles pour que le vent ne pût enfiler le foyer et contrarier le feu. Pour la cuisson des briques et des poteries, le four était disposé à peu près de la même façon. (Four de Castor, en Angleterre, pl. VIII).

Digitized by Google

faces. Sans pousser jusqu'à cette limite, l'art moderne emploie encore volontiers, pour les chaux grasses, ce procédé d'extinction spontanée, qui commence la carbonatation et facilite le durcissement du mortier.

On rencontre assez souvent, à propos de travaux difficiles, le mot de *calx vehementissima;* on ne peut entendre par là une chaux grasse, très-effervescente, puisque les Romains n'employaient que la chaux éteinte lentement et spontanément; il faudrait penser plutôt qu'il s'agissait là d'une chaux ou mortier à prise rapide, obtenu par le mélange avec des fragments de tuileaux, et destiné à faire le béton hydraulique ou *signinum* pour les chapes et les aires.

La plupart des mortiers (*mortarium*) employés dans l'eau douce ou dans l'eau de mer, étaient faits avec de la chaux grasse additionnée de pouzzolanes (*pulvis puteolanus*), trouvées aux environs de Rome, et surtout de Naples; elles étaient grises, jaunes, brunes ou noirâtres; elles donnaient une grande consistance aux maçonneries, et faisaient durcir rapidement les mortiers dans l'eau; ces derniers résistaient alors fort bien à l'eau de mer; le môle de Pouzzoles, celui de Terracine, les autres travaux maritimes romains, encore debout après dix-huit siècles, peuvent en témoigner. On employait généralement pour les travaux hydrauliques, enduits de cuvettes et de réservoirs, deux parties de pouzzolane de Baïes ou de Cumes pour une de chaux grasse. On ajoutait encore parfois à la pouzzolane, dans les travaux des ports, les ouvrages hydrauliques, une certaine proportion de tuileau concassé (*testaceum*). Dans les pays éloignés des gisements de pouzzolane, on employait exclusivement ce tuileau concassé.

SABLES.

Les Romains choisissaient avec beaucoup de soin les sables (*arenæ*) dont ils faisaient usage dans leurs mortiers; ils rejetaient tous ceux qui ne criaient pas dans la main ou laissaient des traces argileuses; ils repoussaient le sable de mer, dont la salure empêche les maçonneries de sécher; ils préféraient de beaucoup les

Digitized by Google

sables de carrière (*fossitia*) aux sables de rivière (*fluviatica*). Nous avons une tendance toute contraire.

Leurs mortiers étaient, par suite, généralement très-graveleux; on rencontre dans les mortiers de blocage des éléments très-grossiers, qui ont jusqu'à $0^m,02$ à leur plus grande dimension.

MORTIERS.

Dans la préparation de leur mortier (*mortarium*), ils mélangeaient ordinairement une partie de chaux éteinte et trois parties de sable fossile, ou deux seulement de sable de rivière ou de mer. On lui donnait souvent une tendance légèrement hydraulique dans les parties exposées à l'humidité, en ajoutant un peu de tuileau ou de brique pilée et tamisée (*testaceum* ou *testa, tunsa et succreta*), ce qui donnait l'aspect rougeâtre que nous remarquons fréquemment. Dans le même but, ils adjoignaient quelquefois encore au mélange une petite quantité de cendres ou de charbon pilé, pour rendre les enduits plus imperméables.

Les chaux, les pouzzolanes, les sables même étaient soigneusement conservés sur les chantiers; pour éviter tout mélange de ces matières avec des impuretés étrangères, on les enfermait dans de grandes fosses maçonnées, à proximité des chantiers ; on en a retrouvé avec leur contenu près de l'ancien port de Fréjus.

Nous ne serons pas surpris que, à cette époque de réglementation à outrance, les conditions d'établissement des maçonneries aient été fixées par une loi : celle-ci, entre autres dispositions, interdisait de commencer les maçonneries avant le 1er avril, ordonnait de suspendre le travail pendant les grandes chaleurs pour éviter la dessication brusque du mortier, et de les terminer avant le 1er novembre.

La résistance et l'homogénéité si remarquables des mortiers antiques doivent être attribuées surtout aux soins extrêmes de leur préparation ; par la division du travail, les mêmes ouvriers, chargés toujours du même office, acquéraient une habileté fort grande et l'habitude de dosages très-précis; le corroyage était parfait, et sur tous ces points la surveillance des architectes et des inspecteurs ne se relâchait jamais.

Digitized by Google

Rondelet a fait des essais sur la résistance de quelques mortiers et enduits antiques ; il a trouvé :

	DENSITÉ	RÉSISTANCE à l'écrasement. PAR CENT. CARRÉ
Enduit de ciment et pouzzolane d'un réservoir de Rome	1549	76k.100
Enduit de ciment et pouzzolane d'un réservoir à Lyon.	2028	78k.200
Mortier d'un mur antique à Rome.	1414	70k.800
— des arènes de Fréjus	1644	61k.500
— du pont-aqueduc du Gard.	1500	50k.200
— de l'amphithéâtre de Lyon.	1269	41k.400

La résistance à la traction était 1/8e de celle à l'écrasement.

Le mortier de pouzzolane résistait parfaitement à l'épreuve du sulfate de soude; le mortier ordinaire était attaqué.

Nos mortiers ordinaires offrent une résistance moyenne moindre que ces mortiers antiques, due sans doute à une carbonatation moins avancée ; mais pour les ciments, nous arrivons à obtenir des résistances à l'écrasement de 250 kil. par centimètre carré avec des ciments purs, de 155 kil. avec des mortiers contenant moitié de leur volume de sable, résultats incomparablement supérieurs à ceux que pouvaient obtenir les constructeurs antiques.

ENDUITS.

Les seuls enduits (*tectoria*) dont nous ayons à nous occuper, sont les enduits de bassins, de citernes et d'aqueducs ; quelquefois on les exécutait sommairement au moyen de mortiers-bétons contenant des morceaux de briques concassées de grosseur très-variable ; on dérasait la surface, on la polissait avec soin et on la recouvrait d'une couche destinée à empêcher l'eau d'attaquer la chaux avant sa prise complète ; c'était une couche de marc d'huile ou d'huile de lin bouillante, ou d'une composition assez bizarre, que Pline appelle *maltha*, formée de chaux récente, éteinte dans

Digitized by Google

du vin et pilée avec du saindoux, de la poix, de la cire et des figues, et qu'on appliquait sur un parement préalablement frotté d'huile.

Dans les enduits très-soignés, on superposait jusqu'à trois couches : sur une première de béton, de sable graveleux de 0m,06 à 0m,08 d'épaisseur, on étendait une couche de 0m,02 à 0m,03 d'un mortier de chaux et de tuileaux pilés, et à la surface un dernier enduit de chaux et de tuileau tamisé très-fin, avec adjonction parfois de charbon pilé et de pouzzolane. On passait encore souvent sur le tout la couche provisoire hydrofuge. Chaque couche était bien battue, bien remastiquée et lissée. Les angles étaient arrondis par des solins fortement battus.

Dans les aqueducs, sur le pourtour du périmètre mouillé, l'enduit était fait d'une poudre très-fine, et poli avec un soin extrême, pour faciliter l'écoulement de l'eau.

Pour l'assemblage et le garnissage des tuyaux de conduite en poterie, on employait un mastic de chaux et d'huile, qui formait un savon insoluble.

Pour l'incrustation des mosaïques, on savait faire, bien avant nous, un ciment très-dur avec de la chaux vive et de l'albumine ou de la caséine.

PLATRE.

Les Romains connurent le plâtre; ils s'en servirent pour crépir et orner les couronnements des édifices. On le tirait de Syrie, de *Thurium,* de Cypre et d'Espagne. Pline recommande d'employer en grande hâte le gypse détrempé, parce qu'il durcit vite. On calcinait les vieux plâtres pour les employer de nouveau.

MURS VITRIFIÉS.

Nous devons signaler un procédé fort curieux d'agrégation de matériaux, qui fut employé sur plusieurs points de la Gaule à l'époque romaine, c'est le système des murs *vitrifiés*. Dans la Creuse, à Châteauvieux, près de Jarnays, et à Thauron, on a trouvé des murs en granit de 2 mètres de hauteur et de 4 mètres d'épaisseur, soudés par fusion ; les parements en granit ont éprouvé une

Digitized by Google

vitrification profonde qui a gagné jusqu'aux blocages intérieurs; on en a retrouvé d'autres exemples à la Courbe, près d'Écouché (Orne), à Sainte-Suzanne et à Saint-Jean (Mayenne), à Péran (Côtes-du-Nord), à Inverness, en Écosse; là les maçonneries ont été reliées par des mortiers riches en potasse, puis calcinées à la surface. La Bretagne ne produit guère de chaux, mais elle a des granits, de l'argile, des silicates d'alumine et de potasse, éléments auxquels on donnait une certaine cohésion par ce commencement de fusion. Nous citons cet exemple pour marquer la fertilité de ressources des anciens constructeurs.

BÉTON.

Le béton joua un rôle prépondérant dans la construction romaine; en faisant la place très-large dans leurs travaux à ces maçonneries brutes, béton ou blocages (*calcata* ou *cœmenta*), qui ne réclament pas le bras exercé d'un ouvrier habile, en réduisant aux seuls parements vus le concours nécessaire d'ouvriers spéciaux, les Romains trouvèrent le secret précieux de donner à leurs œuvres une très-grande figure avec une facilité, une célérité et une économie d'exécution sans pareilles.

On peut comprendre, sous le nom générique de *béton*, toutes les maçonneries anciennes faites de morceaux de pierres ou de briques, de grosseurs très-variables, noyés et empâtés dans du mortier; pour n'avoir pas été jetés confusément à la pelle dans une forme, les blocages qui remplissent les encaissements en briques ou en pierre de grand ou moyen appareil, dans les constructions romaines (pl. I, fig. 8-17-20), n'appartiennent pas moins au genre béton : on ne montait pas, comme nous le faisons, ces blocages par assises à peu près régulières, en refoulant chaque moellon dans le bain soufflant du mortier du lit et des joints montants, et en garnissant plus ou moins exactement les vides laissés entre les moellons; l'ouvrier romain employait des moellons moins gros que les nôtres, il les englobait de mortier et les juxtaposait dans l'encaissement le mieux possible, en les engageant, pour une bonne liaison, dans les redans et les queues formés par les carreaux et les boutisses du revêtement; on n'arasait les maçonneries que par assises de $1^{m},30$ environ de hauteur, on battait alors

Digitized by Google

fortement avec une hie (*fistuca* ou *pavicula*) ce noyau (*nucleus*) dans sa forme, pour produire tout le tassement possible et mouler exactement le massif contre la face intérieure du revêtement. Un relief de la colonne Trajane représente ce travail de pilonnage.

C'est aussi par un pilonnage énergique qu'ils donnaient tant d'homogénéité et de cohésion au béton à prise rapide, formé d'éléments plus petits, surtout de fragments de briques cassées, qu'ils appelaient encore *signinum*, et qui servait à faire les aires, les chapes, les radiers de réservoirs, etc.

Pour les radiers, les fondations à sec, ils employaient des bétons formés de trois parties de cailloux, pierres ou briques cassées en fragments pesant moins d'une livre (326 gr.), dit Pline (1), et de deux de mortier, composé lui-même de deux parties de chaux rendue hydraulique et de cinq de bon sable.

Pour les fondations à la mer ou dans l'eau, Vitruve recommandait de faire un béton de gros cailloux ou moellons cassés et de mortier de pouzzolane, qu'on pouvait couler dans un encaissement sans épuisement.

Ils employaient un béton formé d'éléments assez gros pour supporter le dallage ou le pavage des routes; ils en constituaient même quelquefois le *summum dorsum*.

Dans ces diverses applications, ils firent toujours avec soin le *classement* des matériaux, plaçant les plus gros éléments à la couche la plus fatiguée, à partir de laquelle les dimensions diminuaient progressivement.

Ils firent très-habilement des moulages de cuvettes, de voûtes en béton.

La cuvette découverte de l'ancien aqueduc d'Arcueil était montée, radier et pieds-droits, en béton de silex, de calcaire et de meulière; cette cuvette est tombée par monolithes de 4 à 5 mètres de longueur.

L'aqueduc couvert du Mans était construit tout entier en béton moulé, de chaux, sable, cailloux et pierres cassées.

Les Romains construisaient des réservoirs entiers en béton,

(1) Ce qui représentait des éléments passant à l'anneau de $0^m,09$ à $0^m,10$.

Digitized by Google

comme on le fait aujourd'hui : ils coulaient le béton des murs de revêtement et des piliers dans des fouilles soigneusement dressées; puis ils taillaient le massif de terre suivant la courbe d'intrados des voûtes, ils étendaient et pilonnaient le béton sur l'épaisseur nécessaire pour constituer cette voûte; quand la prise était suffisante, ils enlevaient enfin le massif de terre intérieur et achevaient le réservoir en exécutant le radier.

Ils firent même un emploi fort général de ces voûtes en béton pour couvertures de passage et de lieux de réunion; M. Choisy, dans une fort savante étude, signale la solution très-ingénieuse qu'ils adoptaient alors : sur la convexité d'un cintre provisoire d'une puissance restreinte (pl. I, fig. 21-22), ils montaient avec du plâtre ou un mortier à prise rapide et des briques cuites, carrées ou rectangulaires, appliquées à plat sur l'extrados du cintre, une sorte de dallage courbe, destiné à doubler le cintre en charpente pendant le remplissage et le battage du béton, et à servir de parement régulier à l'intrados de la voûte après le décintrement. Le béton de mortier et de menus matériaux était étendu ensuite par couches horizontales, dont on retrouve en coupe les lits de stratification.

Ils firent également des murs en béton pilonné dans des encaissements ou *banches* mobiles, à la manière du pisé; ces murs étaient ensuite revêtus ou non de dalles de marbre ou de pierres agrafées.

Les Romains firent également usage de bétons de sable ou mortiers extrêmement maigres pour des remplissages de tympans ou des couvertures d'aqueducs et de réservoirs.

Ils se servirent donc du béton dans les conditions les plus diverses, et ne nous ont à peu près rien, après eux, laissé à inventer en fait d'applications nouvelles.

MAÇONNERIES.

Les exemples que les Romains eurent sous les yeux furent ceux des constructions égyptiennes, pélasgiques, carthaginoises et grecques.

Digitized by Google

CONSTRUCTIONS CYCLOPÉENNES OU PÉLASGIQUES.

Les traditions égyptiennes n'étaient pas admissibles. Les constructions cyclopéennes avaient été apportées jusqu'aux portes de Rome, en Étrurie, par l'émigration pélasgique, qui en avait jalonné sa route tout autour de l'Adriatique, par Reate, Spoletum, Interamna, Perusia, Cortynum, Tibur, Prœneste et Tusculum (pl. I, fig. 1-2-3-4).

Ces ouvrages de maçonnerie comportaient des éléments gigantesques, des blocs polygonaux très-irréguliers, rarement assisés, mais souvent soigneusement dressés, quelquefois polis, et s'engrenant toujours assez exactement les uns dans les autres, à joints secs; quand l'art cyclopéen consentit à faire des assises régulières, il fit des joints obliques, comme à la porte du fort de Voïvoda, en Grèce; les plus beaux échantillons qui nous soient restés, se rencontrent généralement aux murs des villes, à Mycènes, à Céfalu, à Thoricos, à Tyrinthe, à Éleuthères, à Phylée, à Phigalie, en Grèce; à Monte-Circello, à Alatri, à Segni, à Ferentino, à Norba, en Italie. Les blocs mis en œuvre atteignent des proportions colossales et caractéristiques, jusqu'à $3^m,50$ de longueur à Pæstum, 6 mètres de longueur sur 2 et 3 mètres de hauteur à Volterra, $19^m,50$ de long, $6^m,50$ d'épaisseur, $3^m,90$ de hauteur à Agrigente. Les Romains ne retinrent sans doute de ces assemblages de polygones irréguliers que l'idée de leur *opus incertum*, mais en le réduisant à des dimensions facilement maniables.

Les Carthaginois, inspirés par le voisinage de l'Égypte, adoptèrent un appareil colossal à assises horizontales, mais irrégulières, atteignant plusieurs mètres de hauteur; les joints sont fort précis, se clavètent les uns par les autres, et ces ensembles constituent, après les ouvrages égyptiens ou hindous, les plus solides constructions humaines. Les Arabes, à leur passage, ont pu renverser les meilleures constructions romaines, sans pouvoir ébranler celles des Carthaginois.

Les Romains leur empruntèrent très-probablement, en réduisant toujours les dimensions, leur grand appareil à joints précis et l'*opus revinctum*.

Digitized by Google

La voie leur fut aussi tracée par les Grecs, qui firent usage d'une très-grande variété de types que les Romains copièrent.

APPAREILS DIVERS.

Les maçonneries romaines (*structura*) peuvent se classer, suivant les dimensions des éléments :

En *grand appareil,* formé de blocs taillés ayant généralement $0^m,60$ et plus de hauteur d'assise, et $0^m,60$, $0^m,90$, jusqu'à $1^m,50$ de longueur en parement, et souvent autant de queue ;

En *moyen appareil,* qui offrait à peu près les dimensions que nous donnons à nos moellons piqués ;

En *petit appareil,* quand les éléments ne dépassaient pas $0^m,15$ à $0^m,18$ à leur plus grande dimension.

Suivant la figure présentée en parement, ils eurent :

1° Les ouvrages montés avec des assises horizontales, parmi lesquels on distinguait :

L'*isodomum* (ἰσόδομον), composé d'assises (*choria*) réglées et égales (pl. I, fig. 6-7-8-9) ;

Le *pseudisodomum* (ψευδισόδομον), composé d'assises réglées, mais inégales, ou de deux hauteurs différentes alternant (pl. I, fig. 5) ;

2° Les maçonneries non assisées, mais à lits horizontaux, comme l'*opus revinctum* (pl. I, fig. 9-10-11), dont les lits horizontaux et les joints verticaux s'enchevêtraient et s'engrenaient, le plus souvent en formant des lignes brisées ;

3° Les maçonneries disposées par rangées régulières, mais avec des lits et joints obliques, comme :

L'*opus reticulatum*, formé de petits éléments à base carrée en parement, mais disposés diagonalement (pl. I, fig. 18-19-20) ;

L'*opus spicatum,* formé d'éléments taillés ou non, briques, moellons ou cailloux, disposés en feuilles de fougère ou en arêtes de poisson (pl. I, fig. 21-22-23).

Enfin, les parements composés d'éléments têtués et polygonaux, juxtaposés et raccordés entre eux du mieux possible, à

Digitized by Google

lits et joints perdus, constituèrent l'*opus incertum* (pl. I, fig. 14-15).

Suivant la constitution des massifs intérieurs, on distinguait, d'après le mode grec :

Le *diamecton* (διὰμεκτον), quand la maçonnerie du parement régnait sur toute l'épaisseur du mur (pl. I, fig. 5-6-7);

L'*emplecton* (ἔμπλεκτον), quand le parement ne formait qu'une sorte d'encaissement contenant une maçonnerie d'une autre nature (pl. I, fig. 8-15-17-19).

Outre les appareils à joints précis, à parements rectangulaires, sans mortier, les Romains élevèrent encore des maçonneries à sec, à parements irréguliers; généralement, ils donnèrent à ces murs la façon de l'*opus incertum;* mais tantôt les joints entre les pierres, assemblées le plus exactement possible, étaient garnis de petits éclats de pierre : c'était la *cæmentitia structura antiqua;* tantôt ces vides en parement étaient rejointoyés au mortier : c'était la *cæmentitia structura incerta.*

Citons pour mémoire les différentes sortes de cloisons :

Paries cratitius, en roseaux ou claies enduites d'argile;

Paries formaceus, pisé en paille hachée et argile pilonnée;

Paries lateritius, en briques crues ou cuites.

Les Romains établirent aussi des pans de bois sur des soubassements en maçonnerie; la charpente était en orme ou en frêne, remplie d'éclats de pierres et hourdée au mortier.

GRAND APPAREIL.

Le *grand appareil* a été généralement employé en *diamecton*, pour piles et arcs de ponts et d'aqueducs, soubassements, etc. On le trouve cependant en revêtement de blocages. On le rencontre dans les grands ouvrages romains, murs d'enceinte, arènes, théâtres, thermes (Colisée, Pont-du-Gard, pont d'Alcantara, etc.). On a trouvé aux arènes de Nîmes des blocs de cet appareil mesurant jusqu'à 6 mètres de longueur.

Il est toujours soigneusement dressé sur les lits et joints. La queue est souvent laissée de toute longueur, brute et non

Digitized by Google

dégauchie sur la face d'arrière, quand elle ne doit pas être vue, et qu'elle ne forme pas un joint (arènes d'Arles); le parement vu n'est pas toujours aussi soigneusement fini et ravalé que les joints; il reste parfois épannelé, ou bien, dans certains cas, il porte sur les arêtes une ciselure plus ou moins large, et le bossage est laissé brut ou grossièrement épincé (pl. I, fig. 26); c'est là une disposition que l'on rencontre au Pont-du-Gard, par exemple, que nous avons imitée souvent dans nos grands ouvrages placés au milieu d'une contrée sauvage, comme à Roquefavour, que les Florentins avaient reprise avant nous (palais Pitti), et qui imprime à l'œuvre un cachet de puissance et de sévérité d'un très-grand effet; on laissait même, pour rompre l'uniformité du parement, en attentes saillantes les pierres et corbeaux de support des échafaudages (Pont-du-Gard, pl. XI).

Les Romains faisaient également des bossages réguliers, très-soigneusement exécutés (pl. I, fig. 25), mais ils les réservaient plutôt pour les édifices et les monuments des villes. Ils firent encore en parement ce que l'on pourrait appeler des contre-bossages (pl. I, fig. 27) : dans l'encadrement d'une ciselure soignée sur les arêtes, la pierre était refouillée et présentait un panneau en retraite, comme on en trouve l'exemple à l'amphithéâtre de Gennes, près de la Loire; le fond du panneau était souvent, pour la décoration, layé en losange ou en arête de poisson, ce qui exclut bien l'hypothèse d'un enduit appliqué postérieurement. Cette taille, fort coûteuse, était rationnelle, plus rationnelle même que celle des bossages : on avait certainement observé que les murs les plus solides périssent par les joints, dont les arêtes s'épauffrent à la longue et se creusent en diminuant la surface de pose ou d'assise; on se prémunissait contre ces dégradations en donnant à ronger au temps ce rebord saillant, en lui réservant cette marge à ruiner avant de miner en arrière des faces résistantes. Il valait infiniment mieux ainsi renforcer les arêtes de la pierre que la face, qui résiste bien davantage aux actions extérieures.

On trouve dans les parements vus parfaitement dressés quelques exemples de décoration obtenue au moyen de ces losanges ou arêtes de poisson layés à la surface. Cette coutume

Digitized by Google

se retrouvera par la suite dans beaucoup de constructions de l'époque mérovingienne.

Quant aux lits et joints lavés à la scie ou dressés au ciseau, entre ciselures bien dégauchies, suivant la dureté de la pierre, on recherchait dans la pose une précision extrême, peut-être en rodant les surfaces et en frottant contre elles des plaques ou des règles de fer avec du sable ou du grès interposé, ou des morceaux de lave qu'on retrouve fréquemment sur les chantiers; quand la manœuvre était possible, pour arriver au contact parfait, on effectuait sur lit de pose un dernier rodage des lits et joints humectés, et la poussière mouillée formait le garnissage parfait d'un point absolument imperceptible.

La pose était faite sans mortier qui pût tasser, sans cales qui pussent pourrir et disparaître; on trouve, mais fort rarement, de minces plaques de plomb dans le joint; le grand appareil romain jouissait par lui-même, grâce à la perfection de l'aplomb et des contacts, d'une stabilité et d'une solidité sans égales; les Sarrasins ont emprunté ce procédé pour l'appliquer à leur moyen appareil; ils ont réussi à faire ces admirables constructions qui passent à bon droit pour des merveilles de solidité, même à côté des œuvres égyptiennes ou carthaginoises. Instruits sans doute par l'exemple malheureux des travaux romains en Afrique, ils ont compris que, sous un climat sec et brûlant, les constructions à grands joints ou à grand bain de mortier n'eussent présenté qu'une résistance incertaine et une durée éphémère.

On a signalé, mais très-exceptionnellement, dans le grand appareil romain, des supercheries de l'appareilleur : les lits ne sont taillés exactement que sur les bords, au centre le lit est concave et démaigri; pareille fraude a été commise de nos jours dans la construction du Panthéon : il en est résulté des écrasements et des tassements désastreux, que n'ont pas subis toutefois les constructions romaines, garanties par leur grand excès d'épaisseur et de résistance. Ce sont là des faits très-rares, et nous avons bien plutôt à nous étonner, et peut-être à sourire, des précautions extraordinaires que les anciens constructeurs, éminemment scrupuleux, accumulaient pour

Digitized by Google

assurer la stabilité immuable de leurs ouvrages, destinés par eux à vivre autant que le monde.

Cette préoccupation était plus vive encore à l'origine des constructions romaines, au sortir de la période étrusque; on fit alors un grand usage de l'*opus revinctum* et de ses types divers : clavetage des assises entre elles, en élévation (pl. I, fig. 10), par des pierres taillées en ⊢⊣ (double T couché) ou en double queue-d'hironde, pierres en V ou en Z crochetant et réunissant les assises supérieure et inférieure, ou bien enchaînement isolé en plan des éléments d'une assise réglée par des pierres en I à plat (pl. I, fig. 9), ou quelquefois encore combinaison de ces deux systèmes donnant une liaison et une solidarité complètes de tous les éléments d'une même assise, et de cette assise avec ses deux voisines.

On employa surtout cet appareil, particulièrement solide, pour les murs de quai et les piles de pont (pont *Ælius*, pl. V), dans les circonstances qui réclamaient une solidité et une cohésion spéciales; cette disposition a été imitée de nos jours au phare de Bréhat, par exemple.

Bien que ces difficultés d'appareil et de taillage fussent un jeu pour les ouvriers romains, on dut renoncer assez vite à cette solution, pour demander cette liaison à des clés, à des crampons ou à des goujons rapportés.

Pour relier les pierres d'une même assise et quelquefois pour soutenir un fil apparent dans un lit, on employait de doubles queues-d'hironde (*securiclæ*) en bois passé au feu (pl. I, fig. 7), encastrées exactement dans des mortaises à cheval sur les joints et affleurant le lit supérieur; quelquefois c'étaient des clefs (*subscudes*) avec des chevilles qui pénétraient de part et d'autre dans les pierres à joindre. On a retrouvé dans les ruines du Colisée quelques-unes de ces clefs d'assemblage, conservées comme au premier jour.

Le plus souvent, pour ces liaisons, on employait des crampons ou ancres (*ansæ ferriæ, ancora* ou *ancones*) (pl. I, fig. 24) en fer à cheval, saisissant deux trous de scellement, ou bien des goujons verticaux scellés au plomb ou quelquefois seulement au mortier; ces crampons ou goujons furent d'abord en bronze, plus tard en fer. On employait

Digitized by Google

souvent comme trous de scellement les trous de louve du montage.

Les trous correspondaient exactement, quand il s'agissait, par exemple, de lier les tronçons de marbre de la colonne Trajane. Quelquefois, le trou qui devait coiffer la tête du goujon, était prolongé jusqu'à l'un des joints montants par une rainure continue, pour permettre le glissement latéral de la pierre sur le lit inférieur, et peut-être ce rodage complémentaire qui lui assurait une bonne assiette. On cherchait, ailleurs, à obtenir quelque chose de la solidarité complète de l'*opus revinctum*, en fixant, près de leurs joints communs, les carreaux et boutisses d'une assise par des goujons implantés dans un parpaing (*diatonus*) de l'assise supérieure ou inférieure.

Il faut reconnaître que ces crampons ou goujons n'ajoutaient à peu près rien à la solidité de ces maçonneries, admirablement soignées dans leur appareil et dans leur pose. La résistance au cisaillement ou à la traction de ces éléments auxiliaires ne compte pas à côté de la résistance à tout déplacement latéral opposée par le frottement de ces assises colossales. Ces crampons de bronze ont été arrachés depuis longtemps au Colisée, aux ponts de Vaison, d'Alcantara, etc., sans que la solidité de ces constructions ait été par là le moins du monde compromise.

Bien que le grand appareil ait été le plus souvent employé en *diamecton*, quelquefois cependant, quand les murs ont trop d'épaisseur, comme à Pompéi, on le montait en *emplecton* (pl. I, fig. 8), en entretoisant les deux parements par des traverses de pairpaings (*diatoni*), et en constituant dans le massif des cheminées qu'on remplissait de maçonnerie de blocages, ou même de sable fin tassé, comme aux murs de la citadelle de Fréjus.

Généralement, dans les appareils de pierre de taille, la longueur en parement était environ deux fois et demie la hauteur d'assise; les Romains mettaient également en œuvre des pierres carrées en parement, qu'on appelait *opus quadratum* (pl. I, fig. 8); ils mêlaient parfois ces deux derniers appareils, comme au mur du tombeau de Métella (pl. I, fig. 6).

Le grand appareil intervenait fréquemment encore au mi-

Digitized by Google

lieu de constructions moins solides, pour fournir les chaînes d'angles saillants ou rentrants, les cordons, voûtes, archivoltes, piles et piliers, etc.

Les deux appareils inférieurs (*moyen* et *petit*) entrèrent dans la construction antique à peu près exclusivement en *emplecton,* en revêtement; ils formaient des encaissements parementés, dans lesquels on moulait des massifs de béton ou de blocages (*nucleus*); nous avons vu comment, avec des battages par étages réguliers, on donnait de la cohésion à cette maçonnerie hétérogène, et comment on prévenait des tassements inégaux et des dislocations dangereuses.

Quelquefois, les deux parements étaient reliés par des parpaings, des chaînes de liaison; mais, souvent, ces parements ne comprenaient que des carreaux et des boutisses qui s'enchâssaient dans le noyau de blocages; quelquefois même, ils ne se composaient que d'un simple placage de dalles, de briques, etc. (pl. I, fig. 12-13).

APPAREIL MOYEN.

L'*appareil moyen* (pl. I, fig. 12-13), qui représente à peu près la hauteur d'assise de notre moellon piqué actuel, et qui atteignait parfois jusqu'à $1^m,00$ et $1^m,30$ à la plus grande dimension, était généralement dressé sur les lits et joints; quand la pierre était tendre, le parement était lavé à la scie; quand elle était dure, le parement portait un smillage entre les ciselures; très-souvent, on laissait même entre les ciselures un bossage grossièrement épincé, comme on le remarque quelquefois dans le grand appareil, et la construction empruntait à cette disposition une apparence de force et d'originalité pittoresque que nous avons souvent recherchée.

Le moyen appareil offrait des dimensions assez variables; dans les grands types, la taille des lits et joints était aussi soignée que pour le grand appareil, et la maçonnerie se montait sans concours de mortier; pour les dimensions réduites, les joints étaient garnis au mortier.

Digitized by Google

Dans une même construction, les échantillons employés présentaient une régularité très-grande : tantôt le même type régnait sur toute la hauteur de l'ouvrage; tantôt le soubassement était marqué par un appareil plus grand; tantôt, dans la façade, on alternait les échantillons rectangulaires et les échantillons carrés, ce qui donnait au parement intérieur une meilleure liaison avec le blocage du noyau central. On consolidait parfois la construction par des angles et des cordons en grand appareil.

D'autres fois, comme on le voit aux ruines de Soissons, d'Autun, de Fréjus, du Mans, de Jublains, aux arènes de Bordeaux, aux aqueducs d'Arles, on alternait, pour obtenir un effet d'ornementation, les assises de moyen appareil ou les voussoirs en pierre des voûtes, avec deux et jusqu'à six et sept rangs de briques triangulaires ou rectangulaires, engagées en queue jusqu'à $0^m,60$ dans la maçonnerie. Les joints de mortier de ces cordons de briques étaient souvent considérables, ils allaient jusqu'à $0^m,02$ d'épaisseur; c'est que les parements formés d'éléments réduits n'avaient plus la stabilité de ceux montés en grand appareil ou en moyen appareil de grand échantillon, et ne pouvaient supporter le battage énergique du blocage; il fallait réserver au parement des moyens de tassement naturel parallèle à celui du noyau; on s'explique ainsi l'existence de ces joints considérables, qui étaient assez peu dans les habitudes romaines, qui jurent avec l'emploi de matériaux très-régulièrement et très-soigneusement taillés, mais qui étaient absolument nécessaires, quand les encaissements n'étaient plus assez résistants par eux-mêmes pour supporter, sans déformation, la poussée dans le pilonnage du massif intérieur, et qu'il fallait prévenir toute dislocation à la suite de tassements ultérieurs.

PETIT APPAREIL.

Le *petit appareil*, employé exclusivement en revêtement de massifs de blocages, comprenait plusieurs types assez différents :

1° Des maçonneries par assises régulières, formées de pe-

Digitized by Google

tits éléments rectangulaires à parements épincés, et coupées ou non par des assises de briques.

2° L'*opus reticulatum*, l'appareil réticulé ou maillé, offrait un parement composé d'éléments réguliers, prismatiques, à section carrée, de 0m,05 à 0m,12 de côté et de 0m,12 à 0m,15 de longueur, terminés en queue par une sorte de cul-de-lampe grossier, et se montant en parement à bain de mortier, sous la forme d'un réseau maillé, avec lits et joints inclinés à 45° (pl. I, fig. 18-19-20). Ces éléments se taillaient dans des tufs volcaniques, des travertins ou des pierres assez tendres. Cet appareil n'ayant pas grande cohésion par lui-même, il fallait l'encadrer de chaînes en pierres ou en briques, avec lesquelles, malgré de nombreuses crosses, il se liait du reste fort mal; les queues intérieures s'engageant imparfaitement dans la maçonnerie du blocage, il était nécessaire de multiplier sur la hauteur de la construction les assises ou cordons de plusieurs rangs de briques, pénétrant de 0m,30 à 0m,60 dans le blocage, pour établir des liaisons et empêcher la propagation des lézardes. La maçonnerie du parement, dans ce cas comme dans les deux suivants, ne contribuait heureusement que fort peu à la solidité et à la stabilité de l'ouvrage, qui reposaient sur la bonne tenue du massif intérieur, sans quoi, les murs de la villa Adrienne, les arceaux des aqueducs de Lyon, fondés sur de pareilles hérésies de construction, ne fussent pas venus jusqu'à nous; et l'on ne peut s'expliquer qu'on se soit inspiré de si mauvais exemples pour construire l'aqueduc de Casertes en 1753, et la cathédrale de Beauvais!

3° L'*opus spicatum*, ou appareil formé d'éléments d'assez petites dimensions, disposés en arêtes de poisson ou en feuilles de fougère, fut réalisé de plusieurs façons.

On le trouve exécuté avec des briques ou des moellons de petit appareil de 0m,35 à 0m,38 de longueur et de 0m,20 à 0m,25 de largeur, disposés suivant des pentes de 45° contrariées et se rencontrant à angle droit, comme on le voit aux anciens remparts de Thésée (*Tassiaca*, Loir-et-Cher) et de Bourges. Comme dans le réticulé, les assises sont séparées de distance en distance par des cordons horizontaux de briques à plat (pl. I, fig. 21).

Digitized by Google

Les Romains, jaloux de donner à tous leurs ouvrages un aspect architectural, ont volontiers, pour l'obtenir, même avec des matériaux bruts et irréguliers, emprunté l'ornementation géométrique de cet appareil ; c'est ainsi qu'ils ont fait des parements très-agréables à l'œil avec de petits moellons bruts ou de gros cailloux méplats (pl. I, fig. 22-23), en orientant parallèlement, par assises à peu près régulières, leurs plus grandes dimensions choisies sensiblement égales, suivant des pentes contraires d'un rang à l'autre; on multipliait alors les chaînes horizontales de briques, pour éviter les pénétrations de ces assises mal équilibrées. Cette tradition, qu'on rencontre aux anciens remparts de Saint-Bertrand-de-Comminges et dans l'ancienne Aquitaine, s'est transmise fidèlement, comme la plupart des pratiques gallo-romaines, à travers le Moyen-Age jusqu'aux constructions contemporaines, et l'on en rencontre de nombreuses imitations aux environs de Pau, aussi bien dans les ouvrages féodaux que dans les maçonneries modernes.

4° L'*opus incertum*, assez semblable au nôtre, se composait de polygones irréguliers, épincés en parement, assemblés le plus exactement possible, maçonnés à bain bien soufflant et rejointoyés avec soin (pl. I, fig. 14-15). Ce genre de maçonnerie réussit encore particulièrement avec la meulière, qui prend bien le mortier et se lie bien avec lui.

Mais ces trois derniers types de maçonnerie ont le vice commun de manquer absolument d'assiette et d'équilibre par eux-mêmes, de ne se soutenir que par la force du mortier, de pousser au vide et de se lézarder avec la plus grande facilité. Ces maçonneries ne se suffisent pas à elles-mêmes : elles demandent à être soutenues, reliées et encadrées par d'autres maçonneries présentant plus de cohésion et de résistance. Les Romains le sentirent et ne négligèrent pas ces précautions nécessaires ; grâce à elles, grâce à l'excellent mortier employé, à la solidité du noyau, ces travaux ont pu traverser les siècles et parvenir jusqu'à nous. Il faut dire aussi que le peu de valeur de leurs petits matériaux les a protégés contre le vandalisme des paysans, qui exploitait, au contraire, comme une carrière commode, et parvenait à ruiner des ouvrages d'un appareil bien autrement plus solide.

Digitized by Google

MAÇONNERIE DE BRIQUES.

On trouve enfin l'appareil en briques à plat enveloppant un noyau de blocages (pl. I, fig. 16-17); ces briques étaient tantôt rectangulaires ou carrées, tantôt triangulaires; pour fournir une bonne liaison avec la maçonnerie intérieure, on alternait, par rangées, les briques carrées et les rectangulaires; les briques triangulaires pouvaient suffire seules, leurs redans intérieurs s'engageant bien dans le blocage. Souvent on les revêtait de marbre ou de stuc.

Dans toutes leurs constructions, du plus grand au plus petit appareil, les Romains mirent toujours le soin le plus scrupuleux à croiser les joints, non-seulement en parement, mais encore en coupe, dans l'épaisseur des maçonneries; cette attention ne fut pas indifférente à la bonne tenue de leurs ouvrages.

BLOCAGES.

Quant à la maçonnerie de moellons ordinaires, montée comme nous l'entendons aujourd'hui, elle n'exista pas, à proprement parler, chez les Romains; leur maçonnerie de blocage (*fartura* ou *structura ruderaria*), avec des éléments de dimensions très-variables, suivant l'objet qu'ils avaient en vue, est un béton moulé ou emmétré à la main, puis battu dans un encaissement en maçonnerie régulière, dans des formes en terre, ou, au besoin, dans des châssis mobiles en bois, mais exécutés, comme nous l'avons dit, dans des conditions tout autres que notre maçonnerie de *limosinage*.

FONDATIONS A SEC.

Vitruve recommande de reconnaître la solidité du terrain sur lequel on veut bâtir, en creusant préalablement des puits ou des trous de sonde; il veut qu'on fouille et qu'on descende les fondations aussi profondément qu'il sera nécessaire pour

Digitized by Google

s'établir sur un bon terrain ; on construira la fondation avec la pierre la plus dure.

Quand le terrain était assez résistant, la fondation était exécutée en béton, en ménageant un certain empâtement latéral. On augmentait considérablement cet empâtement, quand les murs devaient supporter des voûtes chargées.

Sur les fonds un peu compressibles, Vitruve recommande l'emploi d'une première assise de forts libages à bain de mortier bien battus, avec de larges empâtements, ou *stéréobattes*, qui allèrent parfois au quart de l'épaisseur du mur pour chaque côté.

Dans le cas de sols très-mauvais, Vitruve indique l'emploi de pilotis d'aune, de chêne ou d'olivier, carbonisés et appointés, enfoncés à fleur de sol et très-rapprochés les uns des autres ; on remplissait de charbon de bois l'intervalle entre les têtes des pieux, pour aider à leur conservation ; on établissait par-dessus une couche de béton, puis une assise générale de forts libages, sur laquelle on élevait la maçonnerie, soit par assises complètes de pierres de taille, soit avec encaissement de pierre de taille et remplissage en béton.

Quelquefois on eut recours à des grillages ou plates-formes en charpente, posés ou non sur pilotis, ou bien on se contentait de madriers ou de solides traverses reliant par des crampons les têtes des pieux ; par-dessus, on élevait la maçonnerie ; mais Vitruve recommandait de préférence le béton et les libages.

FONDATIONS DANS L'EAU ET A LA MER.

L'esprit ingénieux et fécond en ressources des constructeurs romains sut improviser la plupart des procédés de fondation dans l'eau usités de nos jours ; mais la faiblesse des moyens mécaniques et la pauvreté du matériel des chantiers durent en rendre souvent l'application très-pénible et très-laborieuse ; on conçoit qu'ils aient dû chercher souvent à revenir aux systèmes de fondation à sec, en détournant complétement le cours des rivières par des canaux de dérivation, comme Sémiramis l'avait fait, en ouvrant un nouveau lit à l'Euphrate, pour permettre la

Digitized by Google

construction du pont et des quais de Babylone, et comme Justinien le fit pour le pont d'Adana en Cilicie. On dut plutôt se borner à un détournement partiel, à l'isolement par des batardeaux d'une partie du lit, et puis de l'autre. Ce ne fut pas toujours praticable, et le plus souvent il fallut aborder franchement le problème. Ils surent triompher de difficultés d'exécution très-grandes; malheureusement le plan de leurs fondations dans l'eau fut fréquemment mal conçu; ce fut le côté le plus faible de leurs travaux publics. Faute d'avoir analysé les faits, ils se croyaient quittes de tout accident ultérieur, quand ils avaient assis une fondation avec de larges empâtements sur un fond quelconque; ils semblent avoir ignoré complétement le phénomène de l'affouillement, contre lequel ils ne se mirent non-seulement pas en garde, mais dont ils exaspérèrent inconsciemment les dangers et les effets par un système irrationnel, par des dispositions et des mesures intempestives.

Ils ne reconnurent pas les terrains affouillables : ils ne descendirent pas leurs fondations jusqu'au terrain solide, et n'en garantirent pas le pied par des pilotis, des enceintes de pieux et palplanches descendues assez bas, par des radiers généraux, par des enrochements suffisants; ils ne donnèrent souvent à leurs piles ni encrèchement ni enracinement; ils crurent parer à tout en élevant des piles énormes avec de larges empâtements à peine engagés dans le fond, simplement posés parfois à la surface d'un lit mobile; leurs piles-culées, ces empâtements, le plein-cintre des voûtes, en réduisant le débouché dans une proportion considérable (parfois de plus de 30 pour 100), rendaient la solution plus précaire et multipliaient les chances de ruine.

Nous verrons que le hasard les avait heureusement bien inspirés, en leur faisant adopter généralemeut les avant-becs triangulaires; cette disposition ménagea tout particulièrement la bonne tenue du fond en avant des piles, au point le plus vulnérable de leurs fondations.

Plusieurs ponts de Rome ne durent pas être reconstruits moins de trois et quatre fois. Notre Moyen-Age, qui imita servilement en ces matières les exemples et les erreurs antiques, ne fut pas plus heureux : quelques ponts de l'Allier et de la Loire notamment disparaissaient à toutes les crues un peu

Digitized by Google

fortes; ces accidents ne lassaient pas, il est vrai, le courage de constructeurs, mais ils ne les instruisaient pas. Ces hécatombes nous ont enlevé à peu près tous les anciens ouvrages sur les rivières, à peine marqués aujourd'hui par quelques restes informes; il n'en est venu jusqu'à nous qu'un très-petit nombre, construits dans des conditions de sécurité exceptionnelles.

Dans les fondations à la mer, les Anciens semblent avoir mieux observé les phénomènes : ils paraissent avoir judicieusement remarqué que l'agitation des vagues ne se transmet pas indéfiniment en profondeur, qu'elle n'a plus d'action au-dessous d'un certain niveau, placé par eux à 5 ou 6 mètres de la surface; notre expérience actuelle ne le place pas beaucoup plus profondément, pour des ports accolés, comme la plupart des leurs, à des plages assez basses. Par cette observation, ils avaient été conduits à un système de fondation fort rationnel, que nous avons repris après eux et que nous décrirons à la suite des procédés ordinaires de fondation.

Quand la fondation en rivière ne descendait pas à une grande profondeur sous l'eau, qu'on avait de la pouzzolane à sa disposition, on faisait une enceinte de pieux solides très-rapprochés, solidement assemblés, circonscrivant l'espace d'un large empâtement; on coulait dans cette enceinte, sans épuisement, le béton formé de ciment de pouzzolane et de pierres.

Si les eaux étaient très-tranquilles et que le terrain ne permît pas la bonne tenue des pilotis, au lieu de cette enceinte fixe, on coulait à l'emplacement de la pile une caisse sans fond, composée de forts poteaux, de traverses et d'un coffrage; on la maintenait solidement par des chaînes d'amarrage; avec des sortes de dragues à main, on nettoyait et on égalisait le fond, puis on coulait le béton au ciment de pouzzolane (1 de chaux et 2 de pouzzolane) jusqu'à la hauteur de la première assise de maçonnerie.

Quand on ne disposait pas de mortier à prise rapide, on faisait dans la rivière un batardeau avec deux rangs de pieux (et palplanches?) en remplissant l'intervalle d'argile bien battue (enfermée dans des sacs d'herbes (?), dit le texte de Vitruve); on épuisait l'enceinte au moyen de vis d'Archimède, de roues ou de tympans; si le fond était compressible, on creusait

Digitized by Google

le sol jusqu'au terrain solide, on battait même, s'il le fallait, un nombre de pieux suffisant, puis on construisait à sec la maçonnerie sur une première couche de béton et de libages disposée comme précédemment. On enlevait le batardeau quand la maçonnerie avait fait prise.

C'est dans ce seul cas de fondation à sec, solution qui ne put être employée par eux pour de bien grandes profondeurs, ni dans un bien grand nombre de circonstances, car ils savaient au besoin remplacer la pouzzolane par du ciment de tuileaux et obtenir partout des mortiers hydrauliques; c'est dans ce cas seulement qu'ils purent prendre quelques précautions contre la compressibilité du sol, et descendre la fondation au niveau de couches plus solides, sans toutefois se prémunir contre les affouillements; dans les autres cas de fondation dans l'eau, le manque de sondages probablement, et surtout de moyens de dragage au delà d'une petite profondeur, ne leur permit pas d'assurer une base solide à leurs ouvrages et de leur donner un enracinement qui, bien souvent, eût suffi à leur épargner de grands désastres.

Dans le cas où la mer était trop agitée et eût compromis la bonne tenue des enceintes, des batardeaux ou des caissons, Vitruve décrit un procédé de fondation qui est très-intéressant au point de vue historique et constitue le précédent véritable de solutions très-employées de nos jours. On construisait, sur l'emplacement du môle ou de la jetée à établir, deux murs parallèles de $0^m,50$ d'épaisseur, élevés jusqu'au-dessus du niveau des eaux; l'intervalle était rempli de sable, et sur cette plateforme on construisait les massifs de fondation, en bonne maçonnerie de pouzzolane; quand la prise était complète, on démolissait les murettes de revêtement, le sable disparaissait peu à peu, entraîné par le mouvement des vagues, et les massifs glissaient ou coulaient en place au fond de l'eau; on procédait ainsi de proche en proche.

C'est incontestablement l'idée première de la fondation par *blocs artificiels*, si couramment pratiquée de notre temps. Le mode d'immersion indiqué par Vitruve serait fort ingénieux, mais on ne se représente pas bien clairement comment on parvenait à construire les murettes d'enceinte (d'ailleurs trop

Digitized by Google

faibles, même pour de petites profondeurs) dans une mer agitée qui ne laissait debout ni enceinte ni batardeau; ce mur était probablement en béton à prise très-rapide, qu'on coulait entre les deux parois d'un châssis mobile, comme on moule le pisé par *banchées* successives, en profitant des moments de calme. Une enceinte solide en pieux et palplanches jointives eût été d'une exécution plus facile encore; nous verrons que le procédé de Vitruve, avec le bénéfice de cette dernière modification, a été réédité récemment avec succès pour la consolidation du môle de Cette.

Pline et Vitruve déclarent qu'on fit grand usage de ces gros blocs artificiels en chaux et en pouzzolane pour les travaux des ports de Samos et de *Centum-Cellæ* (Civita-Vecchia). Les ingénieurs italiens, qui, depuis Palladio, se sont beaucoup inspirés des travaux et des ouvrages de Vitruve et des anciens auteurs, voulurent, en 1760, reprendre ce procédé pour la réparation du môle de Civita-Vecchia; mais, pour rendre les blocs plus légers et plus maniables, ils employèrent des pierres ponces trop peu denses, qui éprouvèrent après l'immersion des sous-pressions considérables, et les blocs furent facilement bouleversés.

Les essais de Séart, en 1785, ne réussirent pas, à cause de la mauvaise qualité du mortier; ce fut Brémontier qui obtint, dans cette voie, le premier succès.

Les Romains firent également usage du procédé des caissons chargés et coulés à fond, en devançant ainsi de dix-sept ou dix-huit siècles la solution adoptée par des Essarts pour la fondation de la jetée de Cherbourg.

Pour la création de la plate-forme ou île artificielle sur laquelle fut élevé, sous Claude, le phare d'Ostie, on coula sur place, après l'avoir chargé de maçonnerie au mortier de pouzzolane, le grand navire, d'environ 1,000 tonneaux, construit par Caligula pour ramener d'Égypte l'obélisque et les quatre blocs d'angle du cirque du Vatican.

Ils employèrent ce même procédé pour les fondations dans les rivières profondes, en coulant, à l'emplacement des piles, des bateaux chargés de pierres ou de béton de pouzzolane, en élevant le massif jusqu'au niveau de l'étiage, en noyant par-dessus

Digitized by Google

et sur les côtés des enrochements ou des sacs de béton, et en construisant la pile sur la plate-forme ainsi formée.

Ce mode de fondation, employé au pont de Trajan sur le Danube, participe du procédé des caissons et des pierres perdues, qui fut souvent mis en œuvre par les Romains.

Quand les fondations à la mer devaient atteindre de grandes profondeurs, après avoir constaté l'existence d'une zone d'eau calme au-dessous d'une zone supérieure agitée, et avoir observé la hauteur de la surface de séparation, ils construisaient la base à *pierres perdues;* ils en élevaient le couronnement jusqu'à 4, 5 ou 6 mètres de la surface, puis ils coulaient sur cette plate-forme des caissons remplis de maçonnerie; mais les fonds de ces caissons épousaient assez mal la surface mal réglée des enrochements, n'adhéraient que fort incomplétement, et leur stabilité était souvent fort précaire.

Pour ces travaux sous-marins, pour le dressement des talus et des couronnements, ils nous précédèrent encore dans l'emploi des *scaphandres*. Aristote nous apprend que, pour continuer leur travail sous l'eau plus longtemps, les plongeurs allaient respirer de temps en temps dans des cloches renversées, descendues d'aplomb auprès d'eux, ou bien recevaient l'air extérieur par des tubes qui arrivaient à leur bouche.

Nous terminerons la revue de ces divers systèmes en faisant remarquer, avec M. de Caumont, que, dans la construction des ponts sur les grands fleuves, les Romains semblent avoir choisi de préférence pour l'emplacement de leurs ouvrages les points où le fleuve se divisait en plusieurs bras ou formait des îlots, sans se préoccuper du surcroît de longueur qui résultait d'une telle position; peut-être parvenaient-ils même à barrer successivement les différents bras; avec leurs piles-culées, ils exécutaient le travail par tronçons et trouvaient, dans l'établissement des piles sur ces îlots, de grandes facilités pour l'installation des chantiers et des encaissements, avec des épuisements de moindre importance, etc.

On peut penser que, dans certaines circonstances, ils provoquèrent la création artificielle de ces plates-formes : une enceinte de pieux plus ou moins jointifs, circonscrivant un certain espace autour des piles futures, était naturellement atterrie au-

Digitized by Google

dessus de l'étiage par les limons des premières crues; on retrouve dans les ruines des premiers ponts du Moyen-Age, copiés fidèlement sur les derniers modèles survivants de l'art antique, ces banquettes laissées autour de la pile, s'élevant au niveau de l'étiage et semblant en protéger le pied à la manière des enrochements, au grand détriment du débouché du pont, qu'elles réduisaient encore.

Ils employèrent peu les *enrochements* pour protéger les fondations de leurs ouvrages en rivière; nous avons dit que les Romains se rendirent peu compte de l'action des affouillements. Ils employèrent davantage les enrochements pour protéger leurs môles et jetées à la mer contre l'action des vagues; ils leur donnèrent alors des dimensions assez fortes, comme au môle de Terracine, pour résister efficacement aux efforts des plus violents coups de mer.

En général, tous ces travaux de fondation à la mer ou en rivière, mal servis par un matériel assez primitif, semblent avoir répugné beaucoup aux Romains. Nous verrons que, pour s'épargner ces difficultés autant que pour se garantir des chances de ruine, dans la construction de leurs ponts par exemple, ils ne craignirent pas d'arriver parfois à des portées énormes, dans le but de franchir une rivière d'un seul coup ou de diminuer le nombre des piles à fonder dans l'eau.

MURS ISOLÉS.

Bien que ces exemples soient du domaine des constructions civiles, en témoignage de la stabilité surprenante que, par les soins apportés à l'appareil, à la pose et à tout le travail de maçonnerie, les Romains savaient assurer à leurs ouvrages, nous citerons deux murs de la villa Adrienne, près de Tivoli, restés isolés et debout depuis peut-être plus de seize siècles : l'un a une épaisseur égale à 1/16e de sa hauteur; l'autre, celui du Pœcile, n'offre pour ce rapport que la valeur de 1/11e, mais il se dresse fièrement encore sur une très-grande longueur : ce mur a une épaisseur de 0m,76 et une hauteur de 8m,30 sur une longueur de 204 mètres.

Digitized by Google

Nos formules les plus hardies pourraient nous conduire à des dimensions pareilles, au 1/12e même, mais sans nous promettre une stabilité qui se maintînt ainsi pendant seize siècles, pour durer sans doute longtemps encore.

MURS DE SOUTÈNEMENT, ÉPERONS, CONTREFORTS.

Les Romains eurent fréquemment à construire des murs appelés à supporter de grandes poussées, à soutenir des hauteurs de terre de 10 à 15 mètres, pour leurs enceintes, leurs quais, leurs réservoirs, etc. ; ils les exécutèrent avec un luxe de résistance dont les théories modernes nous ont affranchis. Les Etrusques leur avaient laissé, comme exemples, ces entassements merveilleux de blocs cyclopéens faisant toute l'épaisseur de murs énormes et offrant une résistance sans pareille. Quand les Romains eurent à aborder le problème des grands soutènements avec de plus petits matériaux, ils se défièrent beaucoup des tassements et des mouvements possibles, et, pour parer à ces dangers, ils accumulèrent toutes les précautions que leur esprit ingénieux et leur sens pratique leur suggérèrent. Ils y parvinrent en donnant beaucoup de pied à leurs murs et en les renforçant par des contreforts et des éperons multipliés.

Comme, instinctivement, ils n'abandonnaient jamais volontiers la verticale dans leurs constructions, sauf pour les rampants de quelques éperons, ils ne recherchèrent pas économiquement une stabilité plus grande, en donnant à leurs murs un fruit intérieur ou extérieur; ils eurent recours aux solutions suivantes, qui pour la plupart étaient fort habilement conçues, mais avaient le tort, sinon de donner de trop grands excès de résistance, du moins de coûter trop cher.

Le système le plus répandu se rencontre, par exemple, aux murailles de Pompéi : l'appareil de soutènement était formé là, non par un mur unique, mais par deux murs parallèles reliés transversalement par des entretoises ou murs de refend perpendiculaires (pl. II, fig. 2-10) ; d'autres fois, la liaison était obtenue par des murs obliques en chevrons (en dents-de-scie, *dentes*) (pl. II, fig. 1) ; les cellules ou cheminées étaient remplies de

Digitized by Google

pierres sèches, de sable ou plus rarement de terre bien tassée. On obtenait ainsi un ensemble très-stable avec une solidarité assez complète, une surface de base très-grande et une économie sensible, grâce à ces élégissements intérieurs ; on intéressait et on faisait concourir, à peu de frais, un poids considérable de terre à la stabilité du mur ; ces prismes verticaux des Romains intervenaient ainsi à la façon des prismes horizontaux de remblai que Gauthey imaginait, à Châlons, de faire servir, sur des voûtes en décharge, à augmenter le moment de résistance du mur total (1).

A Pompéi, pour une hauteur de 8 à 10 mètres, le mur ainsi fait avait une épaisseur, de face en face, de $5^m,50$. On trouve encore cette disposition au mur d'enceinte de Naples : chaque mur en grand appareil avait $1^m,30$ d'épaisseur ; l'espace compris entre eux, 2 mètres ; le double mur était relié par des traverses de $1^m,30$ d'épaisseur également distantes de 2 mètres ; les alvéoles, ainsi ménagées sur toute la hauteur du mur, étaient carrées et remplies de terre et de pierres sèches.

A la citadelle de Fréjus (pl. II, fig. 10), pour soutenir un terre-plein de 7 mètres de hauteur, nous retrouvons ces mêmes murs de 5 mètres d'épaisseur totale, avec des alvéoles carrées de 2 mètres de côté, remplies de sable fin tassé.

Au prix de quelques sujétions dans la construction, cette solution était très-rationnelle : pour une diminution de poids par mètre courant de 5 à 7 0/0 au plus, on réalisait dans le cube de maçonnerie une économie très-sensible de 22 à 30 0/0.

Les Romains simplifièrent plus tard ce mode de construction, en supprimant les entretoises en maçonnerie et en les remplaçant par des traverses en olivier durci au feu engagées dans les deux murs ; ce bois se conservait très-bien et ne se tourmentait pas.

Il leur arriva même de supprimer toute liaison, et l'appareil

---

(1) D'après l'expérience de M. Beaudemoulin, le sable sec, pareil à un emmêtrage en pierres sèches bien fait, pousse très-peu sur les parois, ne transmet pas horizontalement les pressions verticales ; l'expérience romaine avait sans doute reconnu que l'ensemble ainsi constitué se comportait à peu près comme un massif plein et homogène.

Digitized by Google

de soutènement se réduisit alors à deux murs parallèles construits à des distances variant du tiers à la moitié de la hauteur ; ces murs servaient d'encaissement à un massif de terre ou de sable remblayé et pilonné, et l'ensemble contre-buttait la poussée des terres. Le sable fin, que l'on employa souvent dans ces encaissements, en garnissant exactement les vides, avait l'avantage d'entretoiser assez complétement les deux murs ; il ne poussait pas sensiblement, d'après les expériences de M. Beaudemoulin, et présentait, au point de vue militaire, dans la construction des remparts, des avantages précieux que nous indiquerons par la suite. Dans ce système de doubles murs parallèles, le mur extérieur recevait du reste une épaisseur plus grande ou des moyens de consolidation particuliers.

On trouve un exemple de ces doubles murs isolés dans le port de Carthage : le mur de quai se composait d'un mur de rive de $1^m,21$ d'épaisseur, doublé, à $2^m,50$ en arrière, d'un mur parallèle de $0^m,82$ seulement, avec un massif de terres pilonnées dans l'intervalle. On en trouve également un exemple à la citadelle de Fréjus. Souvent on supprimait le second mur parallèle, et l'on conservait seulement, s'enfonçant dans le terre-plein et divisant la poussée, des contreforts intérieurs, soit perpendiculaires ou à *dents-de-peigne,* soit en chevrons, en redans ou à *dents-de-scie,* comme nous en avons signalé dans un des premiers systèmes (pl. II, fig. 3-4-7) ; on donnait à ces murs une épaisseur égale à celle du mur de face, et aux redans une saillie sur la face intérieure égale à la hauteur de ce mur ; on soutenait et protégeait toujours particulièrement les angles des murs de face.

Avec ou sans ces contreforts intérieurs, on soutenait quelquefois aussi extérieurement (pl. II, fig. 5-6) les murs par des éperons (*anterides*). Vitruve voulait qu'on leur donnât une épaisseur égale à celle du mur, une saillie à la base égale à la hauteur de ce mur, et au sommet une saillie égale à l'épaisseur ; leur espacement était en général égal à la hauteur ; les éperons étaient construits en même temps que le mur principal et solidement liés avec lui. Souvent, les couronnements des éperons supportaient des arcs de décharge, formant encorbellement, comme aux murs de Rome ou au mur de la route d'Urbin (pl. III). On em-

Digitized by Google

ployait encore ces éperons à soutenir latéralement les grands viaducs ou aqueducs, comme aux aqueducs de Fréjus (pl. XI), et à empêcher tout déversement latéral ; mais les exemples en sont plus rares.

Au lieu de faire butter extérieurement les éperons ou contreforts contre un mur ou masque plan, on préférait de beaucoup généralement les faire servir d'appuis à des voûtes renversées à génératrices verticales, ou *berceaux verticaux*, qui reportaient sur eux l'effort de la poussée des terres. Ces voûtes ou niches extérieures étaient tantôt en demi-cercle, tantôt en arc (pl. II, fig. 7-8-9-11-12) ; les contreforts étaient verticaux, et la niche tantôt se prolongeait cylindrique jusqu'au couronnement, tantôt se recouvrait d'une voûte en cul-de-four.

Cette disposition très-rationnelle a été de nos jours beaucoup imitée par les Anglais ; elle permet de réaliser de très-grandes économies dans le cube du mur de face, surtout lorsqu'on dispose naturellement de murs de refend pour recevoir les retombées des voûtes.

Pour donner au mur un pied plus considérable encore, on doublait parfois ces lignes de berceaux verticaux, les naissances de la ligne intérieure buttant contre les clefs de la ligne extérieure, comme M. de Caumont en a trouvé un exemple dans le théâtre de Soissons (pl. II, fig. 12).

Avec des solutions pareilles, qui pouvaient leur inspirer une grande confiance, car elles représentent partout un grand excès de résistance sur les données que les formules modernes et l'étude des courbes de pression et de poussée nous suggéreraient, les Romains diminuaient sensiblement les épaisseurs de leurs murs de revêtement.

Quand les niches étaient en demi-cercle, les retombées étaient arasées suivant le plan qui passait par les axes verticaux ; quand les voûtes étaient en arc de cercle, elles s'appuyaient à des contreforts généralement verticaux, ayant une saillie du quart à la moitié de la hauteur, une épaisseur égale à celle de la voûte à la clef, et un écartement égal à la saillie. On trouve des exemples de ce dernier type dans quelques murs de réservoirs antiques (pl. XII, fig. 7-8) ; le premier

Digitized by Google

type est beaucoup plus répandu : on le rencontre aux ruines du théâtre et de la citadelle de Fréjus, du théâtre de Soissons, aux murs du Mont-Pincio à Rome, à la villa Adrienne à Tivoli, etc.

Ce dernier exemple est le plus important que l'on puisse citer : le mur qui soutient la terrasse du Pœcile, a 17 mètres de hauteur ; il est fortifié par des contreforts entre niches circulaires voûtées de 5 mètres de diamètre ; de ces contreforts partent des murs de refend de 6 mètres de longueur, recouverts sur trois étages de voûtes en berceaux, qui forment les *Cento Camerelle* (les cent chambres) (pl. II, fig. 8).

Par surcroît de précaution, ce mode de consolidation était quelquefois combiné avec les contreforts intérieurs à redans, comme au Mont-Pincio, ou avec un second mur parallèle, comme à Fréjus (pl. II, fig. 7-9).

Avec tous ces moyens de consolidation, les anciens constructeurs prirent souvent encore le soin de fortifier leurs ouvrages par des remplissages en pierres sèches derrière les murs, entre les éperons, les contreforts et les redans, pour diminuer et rompre la poussée des terres.

On employait également les éperons pour soutenir de distance en distance les pieds-droits et la poussée des voûtes très-chargées, comme celles de la *Cloaca Maxima;* généralement ces éperons n'étaient pas opposés, mais alternés en quinconce (pl. II, fig. 17).

Quant aux dimensions que les Romains donnèrent en général à leurs murs de soutènement ou de revêtement, elles furent assez variables : de la comparaison d'un certain nombre d'ouvrages de cette nature, on peut conclure que les murs pleins, soutenus par des éperons et des contreforts, avaient une épaisseur variable du quart au tiers de la hauteur ; dans les murs élégis par des cheminées intérieures ou des niches extérieures, dans le système des murs doubles, la base totale allait de la moitié aux deux tiers de la hauteur totale ; les murs de réservoirs, de citernes, de galeries souterraines avaient une épaisseur d'un tiers aux deux cinquièmes de la hauteur verticale, sans tenir compte des appuis, et présentaient une résistance suffisante au renversement comme au glissement. En général,

Digitized by Google

toutes ces dimensions dépassaient notablement celles que la pratique moderne a consacrées.

Le fruit qu'ils donnaient aux éperons, aux fondations ou aux soubassements des quelques ouvrages variait dans des limites plus étendues que celles de notre pratique actuelle, de un cinquième à un vingtième; le plus souvent, ils l'obtenaient avec des assises en retraite, au lieu de rampants continus.

Nous ne pouvons oublier de signaler le soin tout particulier que les Romains prenaient toujours de renforcer les angles saillants ou rentrants dans leurs constructions; dans les ouvrages ordinaires, ils mettaient des chaînes en matériaux de choix, pour bien relier, à l'équerre, les maçonneries entre elles; quand il s'agissait de l'angle saillant d'un terre-plein, ils le contre-buttaient par deux éperons, et souvent encore par des contreforts intérieurs; dans les citernes et réservoirs, ils construisaient sur l'angle un gros pilastre dans lequel s'engageaient les abouts des deux murs, ou bien ils raccordaient ces deux murs par un grand congé. Pour les angles des pieds-droits avec les radiers dans les réservoirs, canaux, etc., ils protégeaient de même le joint par un solin soigneusement cimenté (pl. II, fig. 3-7-11; pl. XII, fig. 1-8-11).

VOÛTES.

Pour la couverture des baies pratiquées dans leurs constructions cyclopéennes, les Pélasges, ancêtres des Etrusques, avaient importé avec eux les grandes plates-bandes de l'art grec, soulagées ou non par des évidements triangulaires de décharge, comme à la porte du Trésor d'Atrée (pl. I, fig. 4); parfois ils cherchèrent à s'en passer, en faisant, en petits matériaux, des pieds-droits inclinés, arc-boutés l'un par l'autre, comme à la porte triangulaire de Thoricos (pl. I, fig. 3); plus tard, pour gagner un peu plus de largeur, on donna aux baies la section d'un trapèze régulier, obtenu avec des assises en saillie les unes sur les autres, ou bien avec des pieds-droits ou des jambages inclinés, supportant une couverte ou linteau plus court que le seuil, comme aux portes de Phigalie, de Mycènes ou d'Arpinum (pl. I, fig. 1-2). On a trouvé à Mycènes une porte dont la plate-bande

Digitized by Google

était formée de plusieurs blocs cyclopéens à joints irréguliers, mais exactement appareillés.

Ce mode de couverture des baies par des appareils triangulaires ou trapézoïdaux se retrouve dans les monuments égyptiens : sur des montants verticaux, à l'entrée de la pyramide de Memphis, s'appuient deux linteaux inclinés, arc-boutés l'un par l'autre; dans une chambre de la même pyramide, les assises de la partie supérieure sont en saillie les unes sur les autres et se rapprochent pour supporter un court linteau qui ferme la baie.

Les Etrusques revinrent aux pieds-droits verticaux, et, pour couvrir l'ouverture, en trouvant partout les matériaux nécessaires, imaginèrent la plate-bande à claveaux réguliers, qu'ils transmirent aux Romains; ceux-ci l'employèrent assez fréquemment dans l'origine et l'exécutèrent en briques ou en pierre de taille; ils crurent parfois la fortifier en rendant, bien à tort, les voussoirs solidaires par des endentures ou des clefs encastrées. Pour la décharger, avant d'employer un arc voûté, ils superposèrent quelquefois deux plates-bandes, séparées par un espace rectangulaire, dans lequel pouvaient se produire les tassements des voussoirs supérieurs, sans atteindre le linteau inférieur; plus tard, ils déchargèrent la plate-bande par une simple voûte en briques.

VOÛTES EN PLEIN CINTRE.

Les plates-bandes ne se prêtant pas facilement à toutes les solutions, exerçant des poussées très-grandes sur les pieds-droits, éprouvant souvent des dislocations fâcheuses, les Romains leur préférèrent bientôt la *voûte en plein cintre*, que les Etrusques avaient assez souvent mise en œuvre.

Les exemples des plus anciennes voûtes étrusques se rencontrent à Arpino et au pont de Cora, qui présente des voûtes cylindriques à trois rouleaux. L'ancien art pélasgique nous offre aussi la voûte sphérique en cul-de-four du Trésor d'Atrée, en Grèce.

Du reste, s'ils employèrent les premiers en Occident la voûte à claveaux et à joints convergents, les Pélasges n'en furent

Digitized by Google

pas cependant les premiers inventeurs, car on en trouve de nombreux exemples antérieurs en Egypte et en Asie, à Ninive, et dans une pyramide de Méroé. S'ils ne l'apportèrent pas avec eux en quittant l'Orient, ils la tinrent peut-être de lui plus tard, comme ils en reçurent l'art de travailler les métaux, par cette diffusion naturelle des connaissances qui s'opère à tous les points de contact des races humaines (1).

Les Romains saisirent bien vite tous les avantages de cette solution nouvelle; ils se l'assimilèrent et devinrent bientôt des maîtres appareilleurs. Ils ne se complurent pas, sans nécessité absolue, aux véritables tours de force et aux complications de coupes biaises, de pénétrations, de voussures, si multipliées dans les constructions gothiques et modernes; mais ils exécutèrent toutes leurs coupes avec cette précision, ce soin, ce fini remarquables que nous avons signalés tant de fois; ils surent particulièrement, dans la construction même des voûtes les plus hardies et les plus difficiles, mettre économiquement en œuvre les matériaux de toute nature, même les plus grossiers, avec un art, une habileté et un succès qui nous laissent énormément à imiter.

Ils exécutèrent leurs voûtes (*camera*) en pierre de taille, en grand ou moyen appareil, en briques ou en pierres et briques alternées; nous verrons qu'ils en firent même en béton et en blocages, en poterie, etc.

Les épaisseurs des voûtes antiques à la clef atteignant souvent 1m,00, 1m,50 et même 1m,90, on n'eut pas toujours sous la

---

(1) Dans les pays dépourvus de pierres et de bois, comme l'ancienne Chaldée, on ne put songer aux toitures plates; il fallut recourir forcément à la voûte pour mettre en œuvre les petits matériaux dont on disposait. Il faut donc remonter au moins aux origines de la race assyro-chaldéenne, à la fondation de Ninive et de Babylone, 1,900 ans avant celle de Rome, pour trouver la naissance de la voûte à claveaux. M. V. Place a retrouvé, dans les fouilles de Ninive, la collection de toutes les voûtes connues : plein cintre, cintre surbaissé, voûte en anse de panier et en ogive évasée ou étroite, exécutées avec un art consommé, en briques à claveaux, d'argile crue pour les travaux au-dessus du sol, cuite pour les canaux et ouvrages souterrains. Des archivoltes en briques cuites ou émaillées ont été trouvées encore là, décorant les façades.

Digitized by Google

main les matériaux d'un échantillon suffisant, ou bien il eût été difficile parfois de les mettre en place; on sectionna la voûte parallèlement à la douelle, comme on l'avait fait normalement, et on fit des voûtes à *rouleaux* en pierre ou en briques. On superposa deux rouleaux, comme à Spalatro, à l'aqueduc Alexandrina, et même trois rouleaux, comme au pont de Cora et à la *Cloaca Maxima.* Les Romains préférèrent généralement, avec beaucoup de sens, les rouleaux indépendants aux voûtes à claveaux reliés et à joints coupés, qui imposent de grandes sujétions de taille, en n'offrant rien moins qu'une résistance plus grande.

Leurs voûtes furent presque toujours extradossées *parallèlement;* c'est à partir de Vespasien, ou un peu plus tôt, puisqu'on trouve cet appareil à l'arc de Drusus, qu'on rencontre l'extradossement *horizontal;* mais ils n'employèrent jamais la méthode défectueuse des crossettes; ils préférèrent même le plus généralement la voûte extradossée parallèlement, si indépendante, si commode et si simple d'appareil, avec tous ses voussoirs égaux, qui se remplacent si facilement les uns les autres, sans arrêter le travail, en cas d'accident survenu à l'un d'eux. Le raccordement circulaire de l'extrados avec les assises horizontales des tympans fut toujours fait avec une précision extrême. Parfois, les deux ou trois premiers voussoirs des naissances, dont les arcs s'écartent assez peu d'un élément rectiligne vertical, étaient coupés à joint vertical pour l'extrados; de même aussi, pour éviter les biseaux très-aigus du raccordement des tympans à la clef, on prolongeait à l'extrados un certain nombre de voussoirs de la clef pour former des joints normaux.

La voûte s'accusait souvent sur la face du mur en archivolte plus ou moins richement moulurée. Quand la tête de la voûte était simple, elle faisait rarement saillie sur le plan des tympans. Quand la voûte fut extradossée horizontalement, cette archivolte, taillée sur le tas, manqua plus rarement, pour faire apparaître la voûte et masquer les irrégularités des queues de voussoirs regagnant les assises des tympans (1).

---

(1) Dans les travaux publics, la clef de voûte fut rarement saillante et ornée de cartouches; cette ornementation fut réservée généralement aux arcs de triomphe et autres monuments somptuaires.

Digitized by Google

L'épaisseur des voûtes, des naissances à la clef, fut uniforme. Pour la voûte extradossée horizontalement, les nécessités de l'appareil conduisirent à de plus fortes dimensions aux voussoirs de la clef, mais on ne rechercha pas là un excès de force.

L'expérience avait appris de bonne heure que les voûtes périssent généralement par les reins; pour consolider cette partie faible, nous trouverons appliqué, au pont Fabricius (pl. V, fig. 2), un remède assez naïf : sur les reins, à l'extrados, les anciens constructeurs avaient établi, en rouleau partiel, un cours de quelques voussoirs encastrés dans la maçonnerie des tympans; une sorte de poitrail d'une seule pièce, en répartissant les charges sur une plus grande surface, aurait eu un véritable effet utile, mais ces éléments indépendants, mal contre-buttés aux extrémités, n'intervenaient, au détriment même du coup d'œil, que comme remplissage des tympans.

Les naissances furent marquées ou non par des bandeaux ou par des impostes moulurées.

Les clefs furent très-rarement en saillie sur la douelle; les voûtes étaient appareillées avec une telle précision dans les joints, que chaque claveau gardait sa place sans tassement, et que la clef se posait sans serrage. Mais on trouve fréquemment à l'intrados, dans les voûtes romaines (au Pont-du-Gard, ponts Cestius, Salaro, etc.), des voussoirs saillants, symétriquement placés au-dessous des reins et du joint de glissement des voussoirs, c'est-à-dire au-dessous du joint incliné à 28° ou 30°.

Jusqu'à ce point, la voûte pouvait être montée directement, sans le secours du cintre, comme les pieds-droits, dont elle continue souvent l'appareil jusqu'à ce niveau; par économie, on établissait le cintre seulement à partir de ce point, en appuyant sur la surface supérieure horizontale de cet encorbellement les sablières et les arbalétriers des fermes. On ménageait parfois encore, outre l'imposte, pour servir d'appui à des contrefiches de soutènement, des corbeaux saillants dans la maçonnerie des pieds-droits (pl. II, fig. 13-14; pl. V, fig. 8).

Dans la restauration récente du Pont-du-Gard, M. Laisné a fort habilement tiré parti de ces points d'appui pour l'établissement des cintres et des chevalements. Le Moyen-Age a copié

Digitized by Google

ces bandeaux saillants aux reins de la voûte, et les a fait même concourir à l'ornementation, en les couvrant de moulures.

Dans les voûtes ou berceaux d'une certaine longueur, l'appareil des têtes était le même sur toute la surface de la douelle, sauf dans certaines dispositions spéciales fort intéressantes que nous signalerons.

ARCS-DOUBLEAUX.

Le plus généralement, la voûte était montée par cours d'assise, en croisant les joints de deux assises voisines. Toutefois, pour les voûtes en très-grand appareil, on modifia sensiblement ce mode de construction : il n'eût pas été bien facile, ni pour l'appareil, ni pour la pose, d'enclaver, en coupant les joints, des voussoirs de 2 à 3 mètres cubes ; de plus, les cintres capables de soutenir sans fléchir de telles voûtes, avec des portées de 15m,50 à 24m,50, exigeaient une force peu commune et un cube de bois considérable ; par mesure d'économie, on dut se résoudre à cintrer non pas complétement la voûte d'une tête à l'autre, mais par anneaux successifs, en déplaçant le cintre partiel parallèlement d'une face à l'autre ; dans ce système, le raccordement de coupes chevauchées fût encore devenu moins facile ; la voûte alors fut composée d'une série d'*arcs-doubleaux* juxtaposés, absolument indépendants ; ces arcs hardis, qui ont parfois moins de 2 mètres d'épaisseur avec une portée de 25 mètres et au delà, ont été montés dans des conditions d'équilibre telles, qu'on n'aperçoit pas trace de déversement latéral qui ait ouvert ou fermé les joints de quelques centimètres qui les séparent ; la précision de l'appareil des voussoirs et la régularité du travail des ouvriers étaient si parfaites, les tassements des voûtes, malgré leur exécution successive, sont restés tellement insensibles, qu'on n'aperçoit qu'une seule et même douelle à l'intrados.

C'est dans ce système qu'ont été construites les voûtes du Pont-du-Gard ; cet exemple a été assez heureusement imité par quelques constructeurs du Moyen-Age, notamment par les Frères Pontifes au pont d'Avignon, à celui de la Vieille-Brioude, de 54 mètres d'ouverture.

Digitized by Google

Nous verrons par la suite que ces arcs-doubleaux, parallèles dans les berceaux, ou convergents dans les coupoles, s'écartèrent parfois davantage, pour former une sorte d'ossature dont les intervalles furent garnis par des dalles ou par un remplissage de blocage ou de béton.

Longtemps, dans la pensée de consolider la voûte, on relia les voussoirs par des goujons ou des crampons scellés au mortier ou au plomb ; on en retrouve la trace aux voûtes du Colisée, des ponts de Vaison, d'Alcantara, etc.; par la suite, on s'en dispensa judicieusement.

Dans les constructions auxiliaires, et même dans les œuvres principales, toutes les voûtes ne furent pas montées en grand appareil à joints secs, on en exécuta beaucoup en moyen ou petit appareil, et en briques maçonnées au mortier ; les pierres étaient souvent encore taillées et les briques moulées en coin ; mais quelquefois les éléments étaient rectangulaires, et la courbure était donnée à la voûte par un garnissage des joints à l'extrados. Dans les voûtes en pierre et briques alternées, on reportait fréquemment tout l'*abatage* sur le voussoir en pierre, en laissant au claveau de briques ses joints parallèles (pl. II, fig. 18).

Pour certaines couvertures en berceau droit ou oblique, d'une exécution peu soignée, on disposait de petits moellons smillés, présentant un certain renflement au milieu et en queue une sorte de cul-de-lampe ; on montait les voûtes par cours d'assise en croisant les joints ; les joints légèrement bombés des claveaux se mettaient en contact sur une certaine surface, puis on calait le moellon en voussoir par un garnissage ou rejointoiement avec du mortier et des éclats à l'intrados et à l'extrados. Ces moellons ainsi appareillés se prêtaient facilement à l'exécution rapide et économique des voûtes de rayons très-variables, coniques, biaises, obliques, etc.

VOÛTES BIAISES.

Les Romains ne s'en tinrent pas aux seules voûtes droites ; de plus grandes difficultés d'appareil ne les arrêtèrent pas : on retrouve, de leur époque, des descentes inclinées cylindriques

Digitized by Google

ou coniques, des voûtes biaises. Leur appareil assez simple se composait généralement alors d'anneaux parallèles légèrement biais ou coniques à l'intrados, mais cylindriques à l'extrados; on peut admirer la précision avec laquelle l'appareil était exécuté, à l'arc biais qui recouvre un passage dans le mur du Forum de Nerva, à la voûte conique de l'émissaire du lac d'Albano, ou bien aux portes et voussures biaises des arènes de Nîmes et d'Arles (pl. II, fig. 19); toutefois, ces exemples se rencontrent assez rarement dans les travaux publics.

Les voûtes de ponts, d'aqueducs, etc., étaient surmontées, dans le plan des têtes, de tympans en grand ou moyen appareil, et, sur le reste de l'extrados, les reins étaient généralement garnis d'un massif de blocage qui venait recouvrir la clef, et sur lequel s'établissait ou la chaussée, ou la cuvette de l'aqueduc; ce garnissage remplaçait la chape, mais chargeait assez inutilement les piles. Quelquefois cependant, on élégissait les tympans par des arceaux de secours, qui cherchaient à compenser la diminution du débouché, à partir des reins de la voûte, mais sans y parvenir bien efficacement.

Les Romains se servirent fort habilement des voûtes pour élégir des massifs de maçonnerie, des tympans, des piles ou des culées; pour les viaducs ou ponts-aqueducs, ils donnaient quelquefois beaucoup de pied transversal aux piles et les élégissaient dans l'axe par une série longitudinale de baies voûtées en enfilade. Dans les viaducs élevés à un seul étage, pour empêcher les piles de *flamber*, ils les entretoisaient par des voûtes de contreventement, comme à notre viaduc moderne de Chaumont (pl. XI).

VOÛTES EN ARC DE CERCLE.

Au lieu du plein cintre, les Romains employèrent quelquefois l'arc de cercle dans leurs grands ouvrages, mais sans que la flèche descendît jamais au-dessous des deux tiers du rayon, ce qui laisse encore bien loin nos arcs modernes, dont la flèche s'abaisse jusqu'au 1/10e de l'ouverture; ils ne firent, à vrai dire, que des pleins cintres dont les naissances furent remontées. Ils n'eurent qu'une confiance très-médiocre dans les arcs

Digitized by Google

à faible flèche, à cause sans doute des poussées latérales qu'elles engendraient; quelques-uns de ces arcs, employés comme couvertures de portes dans les enceintes romaines de Tours et de Dax, sont en effet déchargés par une voûte plein cintre supérieure.

Pour la détermination des dimensions des voûtes, on ne trouve dans Vitruve, qui a voulu réunir dans son livre toutes les connaissances et toutes les règles relatives à son art, aucune formule ou donnée empirique qui pût servir de guide à la routine des constructeurs anciens; en matière de statique, de résistance des matériaux, aucune observation, aucune recherche ne semble avoir encore été faite de son temps, ou tout au moins il n'en consigne aucune. Un certain instinct pratique inspirait alors l'ingénieur ou l'architecte; le hasard faisait un peu le reste. Si nous prenons, en effet, la formule la plus simple qui ait pu se présenter à l'esprit des constructeurs pour déterminer les dimensions des voûtes, celle d'un rapport constant, éprouvé par l'expérience, entre l'épaisseur à la clef et le diamètre de l'ouverture, et que nous cherchions la valeur de ce rapport dans trois types d'ouvrages, *constructions civiles*, *ponts* et *aqueducs*, nous trouverons par la suite que ce coefficient varie :

1° Pour les constructions civiles, de 0,083 (arc de Titus à Rome) à 0,152 (arcades des arènes de Nîmes) : il est égal à 0,116 pour une moyenne de huit exemples;

2° Pour les ponts, il va de 0,045 (pont de Narni) à 0,133 (pont Fabricius) : la moyenne est de 0,086 pour vingt et un exemples;

3° Pour les aqueducs, on trouve comme limite 0,100 (aqueduc d'Arles) et 0,280 (aqueduc Alexandrina) : la moyenne est de 0,138, calculée sur onze exemples.

On pourrait croire que, par ces variations, on ait prétendu tenir compte de la résistance plus ou moins grande des matériaux employés; mais on les rencontre sur le même ouvrage, fait évidemment avec des éléments de même nature; ainsi :

Dans l'arc de Septime Sévère, la grande voûte donne 0,094, la petite 0,149;

Au pont Fabricius, les grandes arches fournissent le rapport 0,061, les arceaux des culées 0,133;

Digitized by Google

Au Pont-du-Gard, la grande arche de 24^{m},50 donne, comme valeur du rapport, 0,065; les arches latérales de 15^{m},50 et 19^{m},20 donnent 0,100 et 0,080; les arceaux du troisième étage de 4^{m},80, 0,120.

Ce dernier exemple montre bien qu'aucune règle un peu précise n'aidait à calculer les dimensions de cette partie si importante et si délicate des ouvrages.

On n'arrive pas à trouver un coefficient plus fixe, en cherchant à introduire une constante de sécurité, comme dans la formule de Perronet.

Toutefois, en appliquant cette dernière formule au calcul de ces mêmes voûtes, on reconnaît que les dimensions les plus faibles données par les Romains, sont encore supérieures aux résultats du calcul.

En examinant les moyennes des trois types de constructions que nous avons citées plus haut, on reste frappé du sens pratique qu'elles font ressortir du milieu de ces tâtonnements et de ces incertitudes : dans les constructions civiles, les voûtes sont chargées de murs, de lourdes corniches, d'attiques, etc.; elles ont besoin d'être plus solides que les voûtes de ponts, recouvertes d'un simple pavage et faiblement chargées par les véhicules romains; dans le premier cas, le coefficient moyen s'élève à 0,116, il s'abaisse à 0,086 dans le deuxième; pour les aqueducs, les voûtes sont recouvertes d'un massif plus ou moins épais de maçonnerie, d'une cuvette fermée, avec des pieds-droits élevés et une certaine charge d'eau; il faut surtout que ces voûtes soient particulièrement solides et stables, à l'abri de tout mouvement qui disloquerait les cuvettes et amènerait de graves accidents : le coefficient se relève à 0,138.

Ces différences dénotent chez les anciens constructeurs un sentiment très-juste des conditions et des nécessités qui s'imposaient à eux.

Quant aux portées que leurs voûtes atteignirent dans leurs grands ouvrages, elles se tinrent généralement entre 25 et 30 mètres; pourtant, quand il fallut éviter des fondations difficiles en rivière ou sur de mauvais terrains, ils ne reculèrent pas devant les énormes ouvertures de 40 et 42 mètres, comme

Digitized by Google

au viaduc de Narni. Dans ce genre, l'art moderne s'est rarement lancé dans des entreprises plus hardies.

Bien que ces ouvrages n'appartiennent pas aux travaux publics, nous ne résistons pas au désir de compléter cette étude succincte des voûtes romaines par l'examen de quelques solutions intéressantes qui se rattachent à ces problèmes.

Les Romains exécutèrent des voûtes d'arête (Thermes de Dioclétien), des voûtes sphériques ou en cul-de-four, des coupoles de 30 mètres de diamètre en briques, en pierre de taille, en pierres ponces ou en poteries creuses, maçonnées au mortier ou au plâtre, comme aux ruines de Spalatro, au Panthéon, aux tombeaux du Mont-Cassin et de la Porte Maggiore à Rome; les pénétrations de ces voûtes sphériques ou des voûtes en berceau par des lunettes cylindriques sont appareillées avec une habileté extrême. Ils firent, avec le même succès, des voûtes plates, des voûtes en arc de cloître, ou des arcs plats rachetés par des demi-berceaux.

A défaut de connaissances théoriques en stéréotomie, leurs ouvriers eurent un talent merveilleux pour relever tous les angles et tous les détails d'une pierre en œuvre, pour les transporter sur une autre avec des panneaux, des cerces ou des équerres en plomb, et pour refouiller la pierre complémentaire si exactement qu'elle épousait la précédente comme si elle avait été moulée sur elle; cette habitude de précision, ils l'apportaient avec eux dans les ouvrages les plus grossiers, comme les pavages en polygones irréguliers, et l'on cite d'anciens dallages de terrasse si soigneusement assemblés, en contact si parfait, que leur surface horizontale était étanche. C'est par une exécution de proche en proche, que nous pouvons expliquer, pour cette époque, la solution de certains problèmes difficiles de ces constructions.

Ces appareils devaient leur coûter toutefois d'assez grande peines, car ils les réservèrent pour leurs édifices les plus remarquables; généralement, pour recouvrir leurs grandes salles, ils employèrent la voûte en berceau, éclairée par des baies dans les pieds-droits, et sacrifièrent volontiers le jour et la légèreté à la simplicité de cette disposition.

C'est aussi la voûte en berceau, à pieds-droits évidés ou non,

Digitized by Google

qui servit le plus souvent à la couverture des citernes et des réservoirs; Rondelet cite pourtant, dans une circonstance pareille, l'emploi d'un arc de cloître (pl. XI, fig. 7-8). Quelques-unes de ces voûtes de réservoirs furent exécutées en béton, sur le noyau à déblayer taillé suivant la douelle de la voûte de recouvrement.

VOÛTES EN BÉTON.

Cette voûte en béton ou en blocage, qui devait séduire les Romains par beaucoup d'avantages, présentait quelques difficultés d'application à la couverture des salles habitées : elle offrait une surface d'intrados peu flatteuse à l'œil; elle exigeait surtout des cintres assez solides pour en supporter le poids, augmenté des chocs du battage; elle entraînait enfin l'immobilisation pour un terme assez long de ces mêmes cintres, jusqu'à la prise complète de la maçonnerie; or, les Romains cherchaient surtout à économiser le plus possible sur les cintres, et à les réduire en les déplaçant par avancements successifs. Toutes ces exigences trouvèrent satisfaction dans un système de voûtes mixtes que M. Choisy a révélé et soigneusement décrit.

Sur les couchis d'un cintre notablement moins solide qu'il ne l'eût fallu pour porter tout le massif de la voûte, on montait au mortier ou au plâtre, par anneaux parallèles jointifs, une voûte en briques carrées ou rectangulaires, posées à plat sur la douelle; cette voûte de $0^m,04$ à $0^m,05$ d'épaisseur doublait le cintre provisoire en charpente et le rendait bientôt disponible; c'est sur cette armature que venait se mouler, par couches horizontales, des reins à la clef, le massif de béton, qui pouvait ensuite faire prise sans avoir à redouter aucun mouvement ni aucun décintrement prématuré. Les anneaux de briques se soudaient aux anneaux précédents, les nouvelles couches de béton aux anciennes, avec une rapidité extrême, et, par cette heureuse addition d'une douelle de briques, la voûte en béton se présentait dans les conditions d'économie, de solidité, de conservation et d'aspect les plus favorables, sans parler de la rapidité d'exécution que permettait une bonne division du travail.

Digitized by Google

Quand la voûte avait une grande portée, on renforçait ce carrelage par des arcs-doubleaux en briques, montés sur ce faux cintre carrelé, reliés entre eux par de petites cloisons de champ ou même par de petites voûtes d'entretoise, formant à l'extrados des cellules ou des caissons qu'on remplissait de béton ou de blocages, généralement en tuf léger, pilonné dans ces encaissements. On avait des voûtes fort bien liées et de tous points fort économiques (pl. II, fig. 20-21). On sut même exécuter de cette façon des voûtes d'arête très-soignées.

Parfois, au lieu d'une voûte continue en briques, on faisait des armatures à claire-voie, en écartant les anneaux de briques jusqu'à 2 pieds ($0^m,60$) de distance, et en montant le blocage sur ces arcs-doubleaux, qui s'incrustaient dans le massif. Quand il s'agissait d'une voûte en coupole, on reproduisait ce mode de construction en montant sur un cintre-cerce tournant les arcs symétriques convergents, jointifs ou espacés.

On trouve des exemples de cette solution fort ingénieuse au *caldarium* des Thermes de Caracalla, aux Thermes de Dioclétien, à la villa Hadriana, à la voûte sphérique de la Minerva Medica. Au Panthéon, cette ossature de la voûte est en partie accusée dans la coupole. On arriva même à réduire la voûte à ces arcs-doubleaux espacés, reliés à l'extrados par un dallage, comme on l'observe aux Bains de Diane, à Nîmes (pl. II, fig. 22-23-24-25).

On trouve dans les travaux publics romains quelques applications de ces voûtes mixtes; toutefois, comme il s'agissait alors de ponts destinés à supporter des charges assez lourdes, les armatures ou arcs-doubleaux en briques étaient remplacés par des arcs en pierre de taille, espacés et reliés par une maçonnerie de blocage; on trouve ainsi, entre Bathna et Biskra, en Algérie, le pont romain d'El-Kantra, de $4^m,90$ entre les têtes, formé de trois anneaux de 1 mètre de largeur, en grand appareil, avec remplissage de blocage; ce remplissage devait sans doute s'établir par parties, sur des cerces ou faux cintres mobiles, successivement déplacés. Cette méthode se retrouve appliquée, dans le Moyen-Age, à quelques ponts du Poitou; le vide entre les arcs est recouvert par des dalles, comme aux Bains de Diane.

Digitized by Google

En cherchant ainsi à réduire une voûte, d'une façon provisoire ou d'une façon durable, à une ossature qui portât tout le poids de la construction, les Romains eurent l'idée première du système qui sera d'un si précieux secours à l'art ogival du Moyen-Age.

OGIVE.

Les Romains connurent l'*ogive*, qui a existé de tout temps, qui dérivait évidemment de ces premières couvertures triangulaires dont nous avons parlé, et qu'on trouve de bonne heure en Chine, en Égypte ; on la rencontre très-nettement dessinée dans quelques anciennes constructions pélasgiques, au tombeau d'Atrée et aux portes de Thoricos (pl. I, fig. 3).

Dans les constructions assyriennes, bien antérieures, dans les voûtes sous l'Euphrate, à Babylone et à Persépolis, comme à Ninive, au tombeau de Cyrus, aux palais de Sémiramis, on trouve de préférence la forme conique ou ogivale, exécutée d'abord avec des saillies surplombantes des briques les unes sur les autres, en porte-à-faux d'un tiers de leur longueur, et plus tard avec des claveaux. Ce furent les modèles que les Persans vinrent copier, qu'ils transformèrent pour en faire le fer à cheval cissoïde, caractéristique de leur architecture, et qu'ils transmirent aux Arabes avec l'arc dentelé et le plein cintre surhaussé.

C'est là que les Arabes d'un côté, les Visigoths de l'autre, prirent l'ogive en passant, pour l'importer les uns en Espagne, les autres en Italie, dès 541, à la construction de l'aqueduc de Spolète par Théodoric.

L'ogive présentait l'avantage de diminuer l'importance des cintres, en reportant beaucoup plus haut le plan de glissement des voussoirs ; mais elle n'avait pas le cachet de force sévère que présente le plein cintre, et que les Romains voulaient imprimer à toutes leurs œuvres.

Elle se réservait pour de plus hautes destinées : sa forme gracieuse, élancée vers le ciel comme l'âme et la pensée à cette époque de foi vive, devait particulièrement sé-

Digitized by Google

duire les artistes chrétiens du Moyen-Age, qui en firent l'usage merveilleux que l'on connaît.

Pour couvrir ces immenses basiliques qui s'élevaient de toute part, on avait adopté la voûte d'arête, sans laquelle on n'eût pu faire pénétrer dans les nefs un jour suffisant; mais, pour improviser ces immenses surfaces de voûtes, les facilités et l'économie de construction naturelles à l'ogive n'eussent pas suffi; on reprit, inconsciemment ou non, l'idée romaine de la décomposition des voûtes en armatures travaillantes ou résistantes, ou *nerfs*, et en parties de remplissage : le rôle des premières fut attribué aux *arcs-doubleaux*, aux *arcs fermerets* et aux *arcs de croix*, complétés par des *liernes* et *contre-liernes*, qu'on monta soigneusement appareillés d'abord, plus simplement ensuite à grand renfort de *mortier* ou de *plâtre*, sur des cintres-cerces fort économiques; sur cette ossature solide, complétée parfois par des *trèfles busqués*, quand les mailles de ce réseau étaient trop larges, s'appuyait un remplissage assez grossier, réglé par une cerce volante, et abandonné à des ouvriers de second ordre.

Il serait difficile de dire si les *irrégularités voulues* des architectures romane et gothique ne furent pas inspirées par celles des œuvres romaines; les fantaisies souvent inexplicables de ces dernières sont caractéristiques de cette époque. Dans les ponts, les aqueducs les plus soignés d'exécution, les ouvertures ont rarement les mêmes dimensions, les clefs ne se trouvent presque jamais à la même hauteur; dans la série d'arcades d'un portique ou d'une façade, les impostes d'une même voûte sont souvent à des hauteurs inégales, variant quelquefois de toute l'épaisseur d'un voussoir, comme aux arènes d'Arles.

En plan, les ouvrages présentent souvent les mêmes irrégularités fantasques : le Pont-du-Gard présente une courbe appréciable, sans qu'on puisse en découvrir la moindre nécessité; en rase campagne, les aqueducs, les ponts font des coudes, des angles brusques, sans la moindre raison plausible, et surtout sans prétendre à mieux épouser le sol.

Ces irrégularités peuvent être attribuées dans une certaine mesure à des erreurs d'implantation, le plus souvent à une

Digitized by Google

grande insouciance des détails, si même elles ne furent pas voulues ou systématiques. Ce n'est pas la variété ingénieuse et recherchée du style roman ou ogival qui, dans un cadre de grandes lignes régulières, s'applique à reposer l'œil par des détails ou des motifs toujours nouveaux; sans nuire à l'unité architectonique de leurs œuvres, qu'ils voulaient sobres d'accessoires, sévères d'effet et largement traitées, les Romains recherchèrent la variété dans le cadre lui-même; en faisant croître ou décroître les arches de leurs ponts, monter ou descendre leurs corniches, fuir brusquement une ligne d'arcades, ils donnèrent du mouvement et de la vie à ces grandes lignes; ils évitèrent ainsi l'écueil auquel se heurtent beaucoup de nos travaux publics modernes, la régularité sèche et immobile, l'uniformité, avec le mal qu'elle engendre. S'il fut parfois exclusif de la pureté des formes, leur style sut toujours allier heureusement au sentiment de l'utilité un effet imposant et une incontestable grandeur : cela suffit largement à lui assurer une grande et belle page dans l'histoire de l'art.

CHARPENTES ET CINTRES.

On trouve, avec un certain nombre de modèles exhumés de Pompéi, quelques croquis de la charpenterie antique dans les reliefs de la colonne Trajane et dans les soubassements de l'arc de Septime Sévère; on paraît avoir alors généralement employé et assemblé des bois très-courts, de 15 à 20 pieds; la difficulté des transports ne permit pas d'amener de bien longues pièces; l'habitude ainsi prise à Rome se transmit dans les provinces, à la suite des armées et des ouvriers des corporations, qui, ne pouvant traîner au loin des engins de levage, conservèrent, la routine aidant aussi, les types et les modèles de la métropole avec leurs dimensions et leurs éléments plus maniables. On ne se départit de ces données que dans les provinces forestières, comme les Gaules, où l'on sut employer de très-grandes pièces.

On ne retrouve nulle part le modèle des cintres employés pour le montage de ces énormes voûtes, qui présen-

Digitized by Google

tent parfois jusqu'à 1m,60 et 2 mètres d'épaisseur. Les bas-reliefs qui reproduisent un certain nombre de chantiers romains, n'en relatent pas; Vitruve ne consacre pas un mot à cette étude spéciale.

De l'examen de ce qui est venu jusqu'à nous de leurs charpentes, rapproché de quelques circonstances particulières, nous pourrons essayer pourtant de déduire les types employés par les constructeurs anciens.

Outre les descriptions données par Vitruve pour l'établissement des toitures, entablements et frontons des divers ordres, et les témoins que nous avons signalés, on retrouverait encore le type de la charpenterie romaine dans quelques anciens modèles faits d'après la tradition antique, comme la charpente de Sainte-Sabine, qui date de 405, ou de Saint-Paul-hors-les-Murs, reproduction fidèle, faite en 805, des méthodes et des dispositions romaines.

Pour les travaux publics, les reliefs de la colonne Trajane nous ont transmis le croquis du pont en charpente sur le Danube, et Palladio nous a conservé les dessins de quelques ponts à palées et travées en bois de construction romaine.

Les charpentiers romains, qui furent très-habiles, employaient :

L'assemblage à tenon et mortaise, avec ou sans embrèvement et épaulement;

L'assemblage à queue-d'hironde;

L'assemblage à mi-bois avec frettes, étriers et boulons;

Les moises pour raidir les autres assemblages, les croix de Saint-André, etc.

Ils pratiquaient des entures à trait de Jupiter et à mi-bois.

Les fermes antiques ne différaient pas des nôtres; elles comprenaient : les arbalétriers (*canterii*), les entraits (*tigna*), les poinçons (*columnæ*), les contrefiches (*capreoli*), les pannes (*templa*), les faîtages (*columina*), les sablières (*trabes*), les chevrons (*asseres*).

Pour les très-grandes portées, ils employaient les sous-arbalétriers et les aiguilles pendantes, les doubles entraits. Avec des entures, ils exécutèrent des fermes de 24 mètres de portée.

Digitized by Google

Laissant les frontons aux édifices, ils exécutèrent généralement des croupes pour la couverture des maisons particulières.

Ils semblent avoir pressenti, pour les ponts à longue portée, les avantages des poutres assemblées dans les systèmes américains de Town et de Long.

Dans les travaux publics, ils firent un fréquent usage des pilotis, qu'ils durent peut-être enfoncer avec des sonnettes; on ne sait pas exactement si, pour leurs enceintes, ils surent employer des palplanches jointives, assemblées à grain-d'orge ou autrement. Pour protéger leurs piles ou palées, ils assemblèrent des pieux en patte-d'oie. On a retrouvé quelques sabots employés à armer le pied des pilotis.

Ils exécutèrent, au moyen de pieux, des ponts militaires avec une célérité et une adresse admirables (1).

Dans les ponts fixes en bois, les palées étaient faites de pilotis reliés par des moises horizontales, protégés par des brise-glaces inclinés, et surmontés de chapeaux assemblés à tenon et mortaise. Les poutres reposaient sur ces chapeaux, par l'intermédiaire de sous-poutres sur les palées et au milieu des travées, ces sous-poutres étant soutenues par des contrefiches, buttées à leur partie inférieure contre les moises horizontales de liaison (pl. IV, fig. 6-7).

Ces dispositions ne présentaient pas, surtout pour des portées de 13 et 14 mètres, toute la solidité que nous exigeons aujourd'hui, mais il ne faut pas oublier que les charges imposées alors à ces ponts, étaient bien inférieures à celles de nos jours. Ces grands ponts en bois étaient souvent couverts, paraît-il, précaution très-favorable à leur conservation; cette habitude s'est un peu conservée en Italie, et tend à se généraliser pour les ponts en bois.

Quelques-uns des ponts primitifs de Rome, comme le pont

---

(1) D'après un passage des *Commentaires*, les pieux et pilotis étaient mis en fiche avec des bigues ou des chèvres, et battus avec des hies (*fistucæ*); ils employèrent sans doute aussi des sonnettes avec des chèvres, des poulies et des moutons.

Digitized by Google

Sublicius, furent en bois, assemblés à tenon, mortaise et chevilles, et soutenus par des croix de Saint-André; on les démontait, assurent certains auteurs, au moment des grandes crues du Tibre ou pour des nécessités de défense.

Le pont de Trajan sur le Danube paraît avoir été exécuté dans le système des ponts en arc; le tablier était supporté par des arcs en bois appuyés sur des piles en maçonnerie; ces arcs étaient formés par trois cours d'arbalétriers parallèles, reliés par des moises pendantes, qui soutenaient par leur partie supérieure les longerons servant de support aux pièces de pont (pl. V, fig. 1). Ces moises étaient chevillées sur les arbalétriers courbes, de sorte qu'on ne s'était réservé aucun moyen de serrage après la dessiccation des bois. On n'aperçoit pas les abouts de moises de contreventement.

Ces arcs reposaient sur les piles par l'intermédiaire de sortes de beffrois en charpente assez peu logiquement combinés; il eût été, du reste, bien préférable que les piles fussent prolongées jusqu'au plancher, de manière à empêcher les vibrations de se transmettre d'une pile à l'autre par l'intermédiaire de culées élastiques, au grand détriment de la solidité des assemblages et du pont lui-même.

Les balustrades et garde-corps étaient faits, comme aujourd'hui, avec des montants, des lisses et des croix de Saint-André; on trouve aussi des exemples de garde-corps à latices ou à treillis entre deux cours de lisses moisées.

Quant à la confection des cintres provisoires des voûtes, qui ne sont en somme que des fermes ordinaires à arbalétriers brisés, il est probable qu'ils ressemblèrent, à quelques détails près, beaucoup à ceux de nos jours. Les voûtes en grand appareil, avec leurs voussoirs exactement égaux, taillés sur le chantier, ne comportant aucune élasticité, aucun jeu dans les joints, on dut employer des cintres parfaitement *fixes*, d'une solidité extraordinaire, n'admettant pas de déformation ni de tassement; comme généralement la hauteur des pieds-droits ne permettait guère de prendre, avec des bois courts, des points d'appui sur le sol, mais seulement sur les pieds-droits eux-mêmes, les constructeurs durent procurer à leurs cintres, pour les rendre invariables, un grand excédant de force au prix d'une masse de bois quelque-

Digitized by Google

fois très-considérable; c'est pourquoi ils furent conduits, pour économiser le plus possible sur cette dépense, sans doute énorme, à réduire de toute façon l'importance du cintre, soit en le relevant au niveau du plan de glissement, soit en le restreignant à une section partielle de la douelle à construire, et en le déplaçant successivement d'une tête à l'autre dans des opérations morcelées. Ils les étayèrent le plus possible, avec des contrefiches et des béquilles, buttées contre les impostes et contre des corbeaux laissés tout exprès à plusieurs assises des pieds-droits (pl. II, fig. 13-14).

Ailleurs, comme au pont d'Ambrois (pl. II, fig. 15-16), on remarque, par le travers de chaque pile, au-dessus de toutes les impostes, et passant d'une douelle à l'autre, de grands vides rectangulaires et équidistants, laissés dans le massif des naissances; on ne peut douter que ce ne fussent les logements réservés, pendant la construction, aux énormes poutres ou entraits qui portaient tout l'ensemble du cintre.

Ils durent savoir composer très-habilement leurs cintres, malgré les tailles et les assemblages les plus compliqués, si l'on en juge par la perfection et l'exactitude avec lesquelles sont montées certaines voûtes en coupole, en cul-de-four ou à pénétrations délicates. Nous avons vu précédemment aussi de quels procédés ingénieux ils usèrent souvent pour économiser les cintres, à une époque où le bois était certainement devenu assez rare et assez cher, pour qu'on ne pût pas l'immobiliser longtemps en quantités considérables.

CHARGES DES MAÇONNERIES ET RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX.

Comme nous l'avons indiqué déjà à l'occasion des voûtes, les constructeurs romains, pour se guider au milieu de problèmes si divers, ne prirent conseil d'aucun essai ni d'aucune analyse; ils ne tinrent aucun compte exact de la force des matériaux; ils s'inspirèrent de l'exemple de travaux antérieurs et d'une sorte de *mécanique naturelle;* comme on l'a fort bien dit, ils firent preuve de beaucoup plus d'art que de science.

L'expérience des siècles qui se succèdent, n'est pas perdue,

Digitized by Google

et profite toujours aux générations nouvelles ; on peut observer que les constructions, à mesure que le temps marche, deviennent toujours moins lourdes et moins massives : les Indous et les Egyptiens firent plus solide et plus fort que les Phéniciens; les Romains gagnèrent encore sur ces derniers, sous le rapport de la légèreté et de la grâce; et cette loi, que nous pourrions appeler des *dimensions décroissantes*, ne cesse de s'appliquer de l'époque romaine à celle du Bas-Empire, et du Moyen-Age jusqu'à nos jours.

Il est intéressant de rechercher les résultats auxquels le simple sens pratique a conduit les Romains, et de calculer les efforts maxima auxquels furent soumis les matériaux dans leurs principaux ouvrages.

Pour cette étude, en attribuant aux maçonneries romaines, pour tenir compte de la petitesse des joints et du peu de mortier employé dans les grands appareils, les poids suivants par mètre cube :

Grand appareil....	2,700	kil.
Appareil moyen...	2,500	»
Blocages.....	2,000	»
Maç. de briques..	1,800	»

nous trouvons pour les charges maxima par centimètre carré, sans tenir compte d'aucune surcharge supplémentaire :

Pont d'Ambrois.....	5k,00	Moyenne : 17k,41.
Pont Ælius.....	5k,05	
Pont de Rimini.....	5k,67	
Pont Salaro.....	6k,20	
Pont Fabricius.....	6k,66	
Viaduc de Narni.....	19k,40	
Pont de Salamanque.....	20k,46	
Pont d'Alcantara.....	20k,64	
Pont-du-Gard.....	22,60	
Basilique de Constantin.....	24k,50	
Aqueduc de Spolète.....	45k,00	

Les charges que supportèrent leurs matériaux, flottèrent donc, au hasard, entre des limites assez éloignées, de 5 à 45 kilo-

Digitized by Google

grammes, variant du simple presque jusqu'au décuple ; on ne peut pas expliquer ces écarts par la nature différente, la résistance variable des matériaux, car on trouve ces inégalités dans le même ouvrage : ainsi, au Pont-du-Gard, les piles du troisième étage travaillent à $3^k,70$ au maximum, tandis que la base supporte $22^k,60$ par centimètre carré ; de nos jours, par une répartition mieux entendue, on aurait singulièrement diminué le cube de maçonnerie mis en œuvre.

On peut croire, en thèse générale, que la charge d'écrasement des pierres employées ne dut pas être supérieure à 180 ou 200 kilogrammes : il faut se rappeler que le peu de dureté de leurs outils en bronze ou en fer à peine aciéreux ne leur permettait guère de travailler des pierres très-résistantes. La charge de sécurité s'abaissait donc, dans la pratique romaine, parfois au quart de la charge d'écrasement, au lieu du dixième que nous nous imposons ; mais il ne faudrait pas nous autoriser de cet exemple illustre pour chercher à abaisser notre coefficient ; il faut tenir compte, dans la belle résistance qu'ont faite les maçonneries romaines, de la précision des joints, du soin donné à l'appareil, de la profusion des parpaings, de la bonne liaison, de l'absence presque complète de mortier dans les grandes constructions, de la lenteur de l'exécution ; par toutes ces raisons, les tassements et les dislocations étaient diminués dans une proportion considérable, au plus grand bénéfice de la solidité de l'ensemble.

Aujourd'hui, nous construisons plus vite ; nos maçonneries sont moins serrées ; elles s'exécutent à grand renfort de mortier, souvent de cales peu durables ; puis nous les chargeons trop tôt, avant la prise complète, de remblais qui ébranlent les joints et les assises, et certaines parties se disloquent dans ces mouvements ; nous soumettons nos ponts à des surcharges, à des trépidations que les ouvrages romains n'ont jamais connues. Pour ces motifs, nous devons tenir nos coefficients de sécurité fort élevés ; et, si nous passons en revue quelques travaux modernes pris, un peu partout, parmi les plus hardis, nous trouvons pour les charges maxima imposées, par centimètre carré, aux matériaux par la pratique et l'analyse de nos jours :

Digitized by Google

En France :	Viaduc de l'Indre.....	5k,39	Moyenne : 8k,79.
—	Viaduc de Chaumont.....	5k,56	
—	Viaduc de Comelle.....	7k,64	
—	Viaduc de Dinan.....	10k,50	
—	Viaduc de la Combe-de-Fin..	10k,79	
—	Aqueduc de Roquefavour...	15k,00	
En Angleterre :	Viaduc de Walwyn.....	7k,00	
—	Viaduc de la Dée.....	8k,06	
—	Viaduc de Lockwood.....	8k,50	
En Allemagne :	Viaducs, 9 kil. à 10 kil.....	9k,50	

A l'inspection de ce tableau, nous voyons entre quelles limites étroites, allant ordinairement du simple au double, se maintiennent les charges admises actuellement, même dans les constructions les plus hardies, sans trop se laisser entraîner par la valeur des résistances absolues, qui varie dans une proportion incomparablement plus large. Quant à la moyenne, elle est, à très-peu près, la moitié de celle que nous avons calculée précédemment pour les ouvrages romains. On pourrait croire que nous sommes arrivés à ce résultat prudent au détriment de la légèreté et de la sveltesse, considérées non pas au point de vue artistique, mais au moins au point de vue mathématique. Il n'en est rien; en résumant d'avance ce que nous aurons à dire sur ce sujet, à propos des ponts et des aqueducs, et ne prenant que les moyennes des rapports du *vide au plein* et du *vide à la surface latérale totale*, nous pouvons faire la comparaison suivante :

	RAPPORTS	
	du vide au plein.	du vide à la surface totale.
1° Ponts.		
Ponts romains.....	1.426	0.587
Ponts du XIIe au XIVe siècle.....	0.970	0.487
Ponts du XVIe au XVIIe siècle.....	1.309	0.563
Ponts et viaducs modernes.....	2.282	0.695
2° Aqueducs.		
Aqueducs romains.....	0.837	0.438
Aqueducs du XVIIe au XVIIIe siècle....	0.839	0.447
Aqueducs contemporains.....	1.747	0.635

Nos ouvrages sont donc, malgré les sections deux fois plus

Digitized by Google

grandes que leur attribue le calcul, beaucoup moins massifs, beaucoup plus dégagés, beaucoup plus *aérés*, comme on dit parfois, que les constructions romaines similaires.

Ce sont les bénéfices de l'analyse moderne : on doit cet excellent résultat à une répartition mieux étudiée et mieux calculée des charges et des efforts, à l'agrandissement des débouchés par les voûtes en arc de cercle ou elliptiques, à l'élargissement méthodique des piles et des bases, à la suppression des piles-culées, à l'addition des contreforts latéraux bien liés à la maçonnerie, à l'élégissement de tympans par des voûtes de décharge ou des emmétrages en pierres sèches, au contreventement des piles par de petites voûtes-entretoises remplaçant l'ancienne division en étages.

Nos fondations sont aussi bien supérieures à celles des Romains ; la chute d'un pont est devenue un événement si rare, que le bruit de cette catastrophe cause une véritable émotion.

Avec leur construction plus rationnelle, avec la bonne qualité des mortiers et ciments modernes, qui souvent sont supérieurs à ceux des Romains, nos ouvrages pourront-ils toutefois, comme leurs aînés, défier pendant quinze et vingt siècles les assauts du temps ? On ne peut le leur prédire : sous l'effort de charges tous les jours plus lourdes, d'une circulation toujours plus active, l'usure sera nécessairement plus grande et plus rapide qu'aux temps passés, malgré la surveillance et l'entretien plus attentifs dont ils sont l'objet.

Du reste, à quoi bon ? Nous n'assignons plus à nos constructions les mêmes fins ni les mêmes destinées éternelles. Les Romains, dont les besoins étaient plus stables et que le progrès tourmentait moins, pouvaient donner à leurs ouvrages un caractère de durée et de solidité immuable. Par les soins dont ils les ont entourés, ils ont admirablement réussi : nous en voulons pour témoins leurs constructions les plus périssables, celles en petit appareil, en *opus incertum* ou *reticulatum*, qui se sont le mieux conservées jusqu'à nous, parce qu'elles ont été protégées contre leur ennemi le plus redoutable, contre la cupidité humaine, par la faible valeur de leurs petits éléments, trop chers à enlever ; nous posséderions *à fortiori* intactes, respectées par le temps, comme le Pont-du-Gard, toutes leurs œuvres

Digitized by Google

en grand appareil, bien autrement solides, si la main de l'homme ne les avait souvent détruites et exploitées comme des carrières de superbes matériaux.

Mais, aujourd'hui, quel intérêt trouverions-nous à assurer une pareille durée à nos ouvrages? Le progrès nous entraîne à chaque instant vers des solutions toutes nouvelles; les ponts suspendus sont déjà menacés de discrédit, après les services les plus incontestables et un demi-siècle à peine de grande faveur; on parle de rectifier déjà le réseau principal de nos chemins de fer!

Nos constructions actuelles survivront bien au jour où *ceci* distancera et remplacera *cela*. Chaque époque, jalouse de sa conquête nouvelle, met une sorte d'orgueil irréfléchi à ne rien emprunter au capital ni aux économies laborieuses du passé. Cette œuvre admirable du Pont-du-Gard, que son créateur pensait, avec quelque droit, avoir faite immortelle, est morte aujourd'hui, détrônée et supplantée par une machine à vapeur!

ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DES OUVRAGES.

Dans les recherches de solidité excessive qui signalent les constructions romaines, leurs auteurs devaient céder toutefois beaucoup moins encore au présomptueux dessein de les élever pour l'éternité, qu'aux sages suggestions d'une prévoyance à moins longue portée. La surveillance constante et l'entretien courant et régulier paraissent avoir généralement manqué dans les travaux publics antiques, sauf pour les aqueducs dont le service ne supportait pas de longs chômages, et pour lesquels on avait ressenti de bonne heure les conséquences graves du moindre accident auquel on ne portait remède sans retard; mais les autres ouvrages, tels que les routes, les ponts, les canaux, les égouts, etc., semblent avoir été plus ou moins délaissés jusqu'à ce que des dégradations ou des obstructions majeures vinssent obliger à des réfections ou à des réparations considérables.

Bien que la loi eût le plus souvent prévu et réglé le mode

Digitized by Google

d'entretien des travaux publics, les curateurs spéciaux, peu nombreux et insuffisamment secondés, ne pouvaient exercer une surveillance bien efficace sur un ensemble d'ouvrages souvent extrêmement important ou étendu ; fréquemment, le soin en était remis à des magistrats fort ignorants en matière de travaux, inhabiles à prévoir ou même à reconnaître le mal et à lui apporter un remède opportun ; d'autre part, l'initiative privée, si prompte à se mettre en avant pour entreprendre des travaux neufs, qui avaient du retentissement et rapportaient une grande considération, restait plus indifférente à ces obscurs travaux de réparation, qui attiraient peu l'attention, tant que par leur importance ils n'équivalaient pas à une restauration complète.

Les Romains avaient bien certainement conscience de l'abandon et du manque de soins qui attendaient leurs ouvrages, et les menaçaient d'une ruine rapide, quand ils les construisaient avec tant de conscience et de scrupule ; c'est ainsi que, pour la couverte de leurs voies, ils choisissaient minutieusement les matériaux les plus durs, quoi qu'il leur en coûtât, prenaient les dalles les plus grandes et les plus épaisses possible, et soignaient particulièrement les joints ; quand ils enchâssaient leur pavage dans l'aire de béton du *nucleus*, avec lequel il devait faire prise, les constructeurs ne comptaient pas beaucoup sur les réparations futures, puisqu'ils ne réservaient guère le moyen de faire des repiquages ou des relevés à bout, avant l'usure complète de la chaussée.

Les enrochements des ponts et les abords des piles n'étaient pas l'objet d'une surveillance plus assidue ; le curage des canaux, des ports, des cloaques n'était entrepris qu'au moment où leur fonctionnement arrivait à être suspendu ; nous verrons ainsi les Anciens réduits à reprendre à périodes régulières, presque complétement à frais nouveaux, la réouverture des grands canaux de navigation.

Les maçonneries en grand appareil à joints précis ont été multipliées à dessein, malgré le prix énorme qu'elles devaient atteindre, parce qu'on avait le sentiment de l'énorme résistance que leur parement homogène, sans joint attaquable, pouvait, au milieu du plus complet abandon, opposer aux assauts du temps ;

Digitized by Google

les maçonneries de briques ou de moyen et de petit appareil ont été beaucoup plus éprouvées, faute de visites et de rejointoiements périodiques : leurs grands joints de mortier se sont dégradés profondément sous l'action dissolvante exercée sur leur carbonate de chaux par les eaux de pluie chargées d'acide carbonique; les arêtes des lits et des joints, n'étant plus soutenues, se sont épauffrées de plus en plus; les éléments déchaussés ont fini par s'ébranler, se fissurer, et par tomber; c'est ainsi qu'ont été lentement attaquées les voûtes des aqueducs en moyen appareil. Si l'ouvrage n'a pas manqué par le pied, le grand appareil au contraire s'est presque toujours maintenu debout.

Cet abandon des travaux, après leur exécution, s'est perpétué dans tout le Moyen-Age, avec plus de dangers encore, parce que les ouvrages, faits en matériaux moins bons, avaient en eux-mêmes une force de résistance moindre; il en a été tout de même jusqu'au jour où les travaux publics ont été remis, avec des crédits et des moyens d'action assurés, aux soins d'un corps spécial de fonctionnaires pouvant exercer sur tous les points une surveillance intelligente et continuelle. Mais il a fallu attendre pour cela jusqu'à la fin du XVIIIe siècle.

STYLES DES CONSTRUCTIONS ROMAINES.

Il serait fort utile de pouvoir discerner des styles différents marquant les diverses époques de la construction romaine, et de pouvoir, par ce moyen, fixer la date de certains ouvrages, à défaut de toute donnée historique, comme nous pouvons le faire de notre temps pour les monuments civils et religieux, comme nous savons distinguer exactement un pont du XIIIe siècle d'un autre de la Renaissance ou du XVIIe siècle; il serait par suite fort intéressant aussi de pouvoir surprendre les progrès réalisés d'une époque à l'autre. Rien n'eût été certainement plus facile que de donner une certaine uniformité de caractère aux constructions d'une même époque, avec l'unité d'impulsion qui partait de Rome pour imposer au monde entier sa pratique et ses modèles, avec le concours des légions et de ces fortes corporations dont les membres se détachaient sur tout le territoire

Digitized by Google

de l'empire pour transmettre, comme un mot d'ordre, la tradition à toutes les corporations des provinces; avec l'esprit de discipline qui régna si longtemps, avec cette organisation puissante des travaux publics, placée dans la main des empereurs, il ne dépendait que d'eux ou des maîtres de l'art de faire dominer partout leurs goûts et leurs volontés souveraines.

On parvient bien à distinguer assez nettement trois époques dans l'histoire de l'architecture romaine :

La première, antérieure aux Antonins (+ 96), fut marquée par la justesse des proportions, l'ordonnance sévère des grandes lignes et la sobriété des détails; en procédant à grands traits, on obtenait des effets d'une très-grande puissance. Avec les Antonins et le IIe siècle, au contact de l'art grec, les goûts se transformèrent : on introduisit partout l'ornementation brillante du composite qui caractérise cette deuxième époque; le style et la forme restèrent encore purs jusqu'à la fin des Antonins; mais au commencement du IIIe siècle, avec Septime Sévère, on aperçoit les premiers symptômes de la décadence : la profusion des détails fit perdre de vue l'ensemble; le goût s'altéra d'une façon encore peu sensible pendant la première moitié du IIIe siècle, mais, avec Gallien (260), le mouvement de décadence se précipita; ce fut la troisième époque et le déclin de l'architecture romaine; au milieu du IVe siècle, elle est tombée dans la *basse époque*, après avoir perdu la plupart des bonnes traditions de la construction antique.

Dans les œuvres d'utilité générale, dont le plan laissait généralement le champ moins libre à l'imagination, il est toutefois plus difficile de saisir, au milieu des éléments malheureusement assez peu nombreux qui sont venus jusqu'à nous, la trace des influences qui régnaient autour d'elles. Bien qu'il ne répugnât pas alors d'imprimer aux œuvres d'utilité un caractère architectonique digne du nom romain, on ne chercha pas en principe, dans le cadre, du reste fort étroit, que comportent les ouvrages de cette nature, à se départir d'une grande sévérité dans les lignes et d'une extrême sobriété dans les détails; ces œuvres si grandes n'auraient rien gagné à n'être pas simples, et c'est à peine si aux plus beaux temps, au siècle d'Auguste, nous trouverons des emprunts discrets à l'ordonnance des monuments

Digitized by Google

somptuaires. Le style d'une époque implique un certain parti pris : or, en dehors du plein cintre, qui caractérisa tout leur temps et fut la base de leur système de construction, les Romains, avec un sens pratique admirable, au moins dans leurs travaux publics, cédèrent rarement au parti pris ; ils accommodèrent toujours, sans exclusivisme, le mieux qu'il leur fut possible, le plan au but proposé, la construction aux ressources les plus immédiatement disponibles, et l'on trouve à la même époque toutes les solutions concurremment mises en œuvre.

Pour les ponts et les viaducs par exemple, étant donnée la forme immuable du plein cintre, en dehors des moulures et des ornements de détail, il ne restait, pour fixer un caractère général, qu'à faire varier les dimensions relatives des arches et la disposition des rampants : on pouvait, ou faire toutes les arches égales, ou encore relever le milieu par des arches plus grandes et égales entre elles, ou bien enfin faire décroître progressivement les ouvertures à partir de l'arche médiane ; la chaussée présentait alors un palier horizontal, ou un dos d'âne coupé par un palier, ou deux contre-pentes continues : depuis Auguste jusqu'après Antonin, on rencontre ces trois dispositions adoptées concurremment, pendant cette période des deux premiers siècles de l'empire, qui fut la plus brillante et la plus féconde pour les travaux publics. Il faut reconnaître toutefois que le dos d'âne interrompu, vanté par Palladio comme le modèle le plus pur à imiter, fut le plus souvent adopté.

On a voulu reconnaître, à partir du milieu du IIe siècle, un commencement de décadence, parce que, dans certaines constructions attribuées à cette époque, on remarque des irrégularités inexplicables dans les ouvertures, dans la hauteur des naissances, etc., une sorte de relâchement enfin dans l'art du constructeur et de l'architecte : ces fautes faites consciemment et voulues, tant elles sont frappantes, se retrouvent à toutes les époques, aussi bien au viaduc de Narni, contemporain d'Auguste, qu'aux arènes d'Arles, construites sous Hadrien ou sous Probus.

Aux IIIe et IVe siècles, on disposa plus souvent les rampants des ponts en dos d'âne complet, que notre Moyen-Age a si souvent copié ; mais cette solution n'est pas un signe de

Digitized by Google

décadence et de négligence, car l'appareil et les cintres de tous ces arcs variables exigeaient plus de sujétion et de travail que le système des arches égales. C'est à cette époque, au contraire, que le personnel des travaux publics était le plus fortement organisé et les méthodes le mieux fixées, depuis qu'Hadrien avait mis toutes les corporations ouvrières dans la main de l'État. La décadence ne vint qu'avec le IVe siècle, quand les forces vives de l'empire commencèrent à s'épuiser et toutes choses à se dissoudre, avec le démembrement de l'empire et l'énervement byzantin.

Et lorsque, pour assigner une date à la création du Pont-du-Gard, par exemple, et la rapporter à Antonin plutôt qu'à Agrippa, on se fonde sur certaines négligences qui ne seraient pas du bon siècle, on s'appuie sur une base absolument incertaine, parce que le viaduc de Narni, contemporain d'Auguste et d'Agrippa, présente des anomalies bien plus choquantes.

Les éléments et les témoins nous manquent pour suivre et distinguer les tâtonnements et les styles de transition par lesquels l'art ancien dut passer sous la République avant d'arriver, sous César et sous Auguste, à la pleine possession de lui-même, de ses moyens et de ses ressources; mais, parvenu à ce degré, il se maintint à peu près au même niveau et ne déclina qu'avec l'Empire, à partir de Dioclétien. La pratique de chaque jour put, jusque-là, enseigner des perfectionnements de détail, mais n'eut pas à subir de modifications bien profondes.

Digitized by Google

TRAVAUX PUBLICS.

CHAPITRE V.

VOIES ROMAINES.

De tout temps, les voies de communication ont été les instruments les plus actifs de la civilisation. En créant des facilités plus grandes pour les relations entre les citoyens, l'échange des idées et des services, en rendant plus intime le contact des intérêts, des opinions et des sympathies, en rapprochant les provinces ou les nations, par une révolution heureuse dans les mœurs et les habitudes, elles arrivent à fondre les préjugés et les haines, à diffuser et à niveler les connaissances et les découvertes, et, par cet intérêt, à réunir les hommes en constituant entre eux un fonds commun de toutes les conquêtes utiles faites isolément chaque jour.

Nous avons pu, de notre temps, assister à une de ces révolutions, provoquée par la création de voies perfectionnées, les chemins de fer ; nous avons vu avec quelle hâte toutes les nations, empressées à utiliser leurs richesses naturelles, se sont emparées de cette invention nouvelle, qui facilitait le mouvement, l'échange et la répartition de ces richesses, par une économie et une rapidité de transmission jusqu'alors inconnues ; un réseau de chemins, comme le fait justement remarquer M. Michel Chevallier, pour toutes les relations de la vie agit sur un territoire donné, comme si ce territoire était réduit en surface en raison du carré des distances franchissables dans le même temps, c'est-à-dire comme s'il était quatre ou cinq fois moins grand avec les routes de terre, quinze ou vingt fois moins avec les chemins de fer.

Ce ne sont point seulement les nations riches et vigoureu-

Digitized by Google

sement constituées qui ont mis le plus d'ardeur à posséder ces nouveaux instruments de circulation : les États d'origine récente, les empires composés d'éléments disparates, morcelés ou distribués sur des territoires mal soudés entre eux, ont compris bien vite l'influence politique des chemins de fer, et le concours précieux qu'ils en pouvaient tirer pour l'unification de l'esprit national, la fusion des races, des traditions, des haines, des intérêts et des mœurs.

C'est ainsi que l'Autriche a commencé son réseau bien avant les autres nations allemandes, en reliant de bonne heure Vienne à la Hongrie, à la Pologne et à l'Italie.

La Prusse s'est hâtée d'envoyer une partie de son réseau sur ses provinces du Rhin; les chemins allemands ont puissamment contribué à consolider le Zollverein, et à préparer la constitution de la patrie allemande.

Les pays plus neufs et moins développés, comme la Russie et l'Espagne, se sont rattachés tout d'abord aux pays plus avancés pour en recevoir plus tôt la civilisation et le progrès.

Quand, vers — 250, on connut à Rome les *chaussées pavées*, dont on emprunta l'idée aux Carthaginois, il dut se produire un mouvement comparable à celui que nous venons de rappeler. Les chemins étaient jusque-là très-primitifs, non pavés, impraticables souvent, et rendaient d'assez faibles services; on comprit tout de suite les énormes avantages de ces chaussées pavées qui assuraient une circulation continue, facile et rapide en toute saison, et permettaient une augmentation sensible des charges transportables. La politique aussitôt s'empara de cet instrument nouveau et s'en servit pour réunir et rapprocher les éléments disparates de l'empire; les premières voies créées furent : la voie Appienne, allant à l'extrémité sud de la Péninsule; la voie Aurélienne, qui rattachait Arles et la Gaule et qui se prolongeait, bientôt après, par la voie Domitienne jusqu'en Espagne.

C'est avec des préoccupations exclusives de domination et de conquête que Rome conçut à l'origine le plan de ses voies, pour souder indissolublement les tronçons hétérogènes de son vaste empire, pour en rapprocher virtuellement du centre les extrémités lointaines, pour faire tenir tout dans sa main et

Digitized by Google.

transmettre sûrement et rapidement à tous les organes de cette énorme machine sa pensée et sa volonté souveraines. Mais, par toutes ces artères, sa brillante civilisation, comme sur une pente naturelle, s'épancha pour pénétrer et vivifier toutes les parties de ce grand corps, et fit plus que les légions pour assurer sa domination et consolider sa puissance.

Malheureusement, pendant une longue période, on ne développa le réseau qu'en vue des exigences militaires et des besoins du *prince;* ces beaux ouvrages n'eurent point ce caractère d'utilité générale que nous réclamons aujourd'hui des travaux publics; on ne prit aucun souci des besoins intérieurs et particuliers des provinces, on ne chercha pas à en favoriser le développement et la prospérité, de peur que tout cela ne se retournât contre les conquérants.

Plus tard, sous l'Empire, quand Rome se trouva en face d'une situation économique nouvelle, menaçante, il lui fallut changer de système et de principe : devenue tributaire de tous pour la satisfaction de ses besoins toujours croissants, elle dut modifier, ou plutôt laisser modifier, son réseau de voies, le développer et compléter, de façon à drainer tous les produits, à les enlever et les amener sur son marché par les voies les plus rapides et les plus économiques.

C'est alors que se forma ce beau réseau des provinces, que certaines contrées peuvent encore justement regretter. Entrepris en grande partie par l'initiative locale, sous l'inspiration des exigences de l'intérêt général mieux entendu, ce réseau complété nous étonnera par la sagesse de sa conception; on lui conserva bien encore comme base le système des grandes voies rayonnantes de Rome, qui furent des collecteurs importants pour le réseau secondaire; mais on combina fort heureusement le système des routes avec celui des rivières et des fleuves, et tout le mouvement convergea de préférence vers la Méditerranée ou ses annexes, et de là vers Rome. Depuis l'époque romaine, ce dernier objectif a été abandonné; le sens du mouvement commercial a pu être renversé; mais, après dix-huit siècles, ces grandes directions de la circulation commerciale sont restées les mêmes, invariables, immuables comme les lois naturelles qui ont présidé à la répartition des sources de richesses et au

Digitized by Google

développement des grandes agglomérations humaines ; c'est pourquoi, aujourd'hui comme au Ier siècle, nous retrouvons l'activité commerciale s'agitant toujours autour de ce magnifique bassin méditerranéen, qui touche à trois parties du monde, et rayonnant toujours de là par toutes les vallées, par toutes les voies que la nature lui a libéralement frayées d'avance ; ce cadre, indépendant de la volonté et du caprice, s'est imposé à l'œuvre des anciens ingénieurs comme il s'impose encore de nos jours ; aussi ne serons-nous pas étonnés de voir les solutions anciennes et modernes presque toujours se côtoyer ou se confondre.

ORIGINES GÉOGRAPHIQUES.

Il n'est pas facile de retrouver et de reconstituer le réseau complet des voies romaines ; nous possédons bien à cet endroit un certain nombre de documents importants, mais ils sont parfois très-sommaires, souvent incertains et contradictoires, de sorte que leur étude comparative laisse l'esprit assez peu fixé.

Les principaux auteurs anciens qui nous ont transmis des renseignements sur la géographie générale de leur temps sont, pour les Latins :

Pline le Naturaliste, qui vécut sous Vespasien (fin du Ier siècle) ;

Pomponius Méla, vers la même époque ;

Vibius Sequester et *Festus Avienus*, au IVe siècle ;

Æthicus Ister, au Ve siècle ;

Et, pour les Grecs, ceux que l'on appelle les *grands géographes : Strabon* (—50), *Ptolémée* (sous les Antonins, vers +150) et *Etienne de Byzance*, et la pléiade de ceux appelés les *petits géographes : Hannon* (—500), *Scylax* (—300), *Agatharchide* (—150), *Artémidore* (—100), *Scymnus* (—80), *Diodore de Sicile* (sous César et Auguste), *Arrien* (+125), *Eratosthène*, *Hipparque*, etc.

Pour les voies de communication, les documents spéciaux sont les *Itinéraires* (*Itineraria*), qui se présentent sous deux formes : les *Itineraria notata* et les *Itineraria picta.*

Les *Itinéraires notés* sont des espèces de feuilles de route

Digitized by Google

relevant sur chaque direction les points principaux, villes, gîtes ou étapes, avec la distance qui les sépare.

Les *Itinéraires tracés* ou *peints* sont des sortes de croquis sans échelle et sans perspective, relevant la route avec la position figurée des gîtes et étapes, de quelques obstacles naturels, des bifurcations des chemins, mais sans grand souci de l'exactitude du dessin ni des valeurs relatives. Ces sortes de cartes ressemblent beaucoup aux croquis sommaires de reconnaissance de route qu'on demande aux sous-officiers de l'armée.

ITINÉRAIRES NOTÉS.

Parmi les *Itinéraires notés*, on trouve :

1° L'*Itinéraire terrestre d'Antonin*, sorte de livre de poste, marquant les stations des voies de l'empire, qui semblerait, d'après le nom de son auteur, dater de + 150 ; l'édition que nous possédons, date de la fin du IVe siècle, et mentionne Constantinople.

2° L'*Itinéraire maritime d'Antonin*, marquant les points remarquables des côtes, fleuves, ports, positions, avec les distances en milles qui les séparaient.

3° L'*Itinéraire maritime de Ptolémée*, donnant les ports, havres et places maritimes, avec les distances qui les séparent, et les coordonnées géographiques en degrés et minutes.

4° Postérieurement fut composé l'*Itinéraire hiérosolymitain* (Itinéraire d'un pèlerin de Bordeaux à Jérusalem) ; il paraît dater du consulat de Delmatius et de Xénophilus (+ 333) ; on en trouve un premier manuscrit du VIIIe siècle à la Bibliothèque du Chapitre de Vérone, et un second du IXe siècle à la Bibliothèque nationale de Paris. La route est tracée par Auch, Carcassonne, Narbonne, Nîmes, Arles, Avignon, Valence, Die, Luc, Gap, Turin, Milan et Rome.

5° Les *Vases apollinaires ;* en 1852, en réparant les bassins d'une source thermale, fréquentée déjà dans l'antiquité, alors appelée *Aquæ Apollinares*, près de Vicarello, au nord-est du lac Bracciano, on découvrit des médailles, des ustensiles, et entre autres quatre vases cylindriques en argent, avec

Digitized by Google

des rebords moulurés, rappelant la forme du *milliaire doré;* ces vases, de 0m,10 à 0m,15 de hauteur et de 0m,06 à 0m,15 de diamètre, étaient les gobelets des buveurs d'eau, portant gravées les étapes de la route, un peu à la façon des alpenstocks: ces quatre vases rappellent sur quatre colonnes le nom des stations de l'Itinéraire de Rome à Cadix (*Gades*), et les distances en milles avec fort peu de variantes des uns aux autres; le texte des trois premiers a été publié par le P. G. Marchi ; le texte du quatrième a été donné partiellement, en 1862, par le P. R. Garucci. Cette route avait jusqu'alors été tracée sans contrôle, par le seul Itinéraire d'Antonin.

L'Itinéraire le plus exact, d'après la savante discussion de M. Aurès, est celui du troisième vase ; les principaux points de la route sont : Rome, Narni (*Narnia*), Fossombrone (*Forum Sempronii*), Rimini (*Ariminium*), Faënza (*Faventia*), Bologne (*Bononia*), Parme (*Parma*), Plaisance (*Placentia*), Cozzo (*Cuttias*), Turin (*Taurinis*), Suse (*Segusto*), *Summæ Alpes*, Briançon (*Brigantio*), Embrun (*Eburodunum*), Gap (*Vappincum*), Sisteron (*Segustero*), Apt (*Apta Julia*), Cavaillon (*Cabellio*), Arles (*Arelates*), Beaucaire (*Ugernum*), Nîmes (*Nemausus*), Soustançon (*Sextantio*), Béziers (*Biterræ*), Narbonne (*Narbo*), Tour-de-Roussillon (*Ruscino*), col de Pertus ou Bellegarde (*in Pyrenæum*), Junquères (*Juncaria*), Girone (*Gerunda*), Tarragone (*Tarraco*), Tortosa (*Dertosa*), Valence (*Valentia*), Castillon (*Castulo*), Cordoue (*Corduba*), Séville (*Hispalis*), Cadix (*Gades*).

Dans les Itinéraires notés, les noms sont généralement inscrits à l'accusatif ou à l'ablatif (on sous-entendait : à *Roma* usque ad *Narniam*), suivant que, d'une étape à l'autre, on prend chaque nom pour point d'arrivée ou pour point de départ.

ITINÉRAIRES TRACÉS.

Les *Itinéraires tracés* sont les *Tables de Peutinger*, qui figurent grossièrement les fleuves, les contours maritimes, les montagnes et la position des villes. Elles comprennent une grande carte de 21 pieds de long sur 1 de hauteur, dessinée sur

Digitized by Google

douze feuilles de parchemin, dont une a été perdue. Il en fut fait deux copies sous Théodose II, vers + 435; elle fut recopiée, en 1265, en caractères gothiques, par un auteur anonyme, un moine de Colmar, qui la modifia, en la rajeunissant et en y introduisant des signes religieux; cette copie était, en 1507, entre les mains de Conrad Peutinger, dont elle a pris le nom; elle est maintenant dans la Bibliothèque impériale de Vienne.

D'après Scheyb, qui la réédita en 1753, elle daterait du IVe siècle, de Théodose, d'où lui viendrait le nom de *Table théodosienne* qu'on lui donne quelquefois.

Mannert en fit un nouveau tirage en 1823, en la rapportant aux temps antérieurs à Dioclétien, à celui d'Alexandre Sévère; enfin M. Desjardins vient d'en publier une nouvelle édition, accompagnée des plus savants commentaires.

On croit assez généralement aujourd'hui qu'elle est postérieure à Alexandre Sévère (235), mais on la croit antérieure à Théodose, et même aux fils de Constantin, par conséquent à 340.

On sait qu'Auguste, pour le tracé des routes, se servit beaucoup d'une carte, réduction du plan général de l'empire qu'avaient levé ses ingénieurs du cadastre; Agrippa, au dire de Pline, fit représenter aussi sur les murs de sa villa une carte du monde (*orbis pictus*), sur laquelle toutes les distances étaient mesurées en milles. Aucun de ces deux précieux documents n'est malheureusement parvenu jusqu'à nous; la carte de Peutinger n'en serait-elle pas une copie déformée, sur laquelle on aurait plus tard à grands traits rapporté les voies?

D'après Millin, on aurait trouvé à Autun, en 1707, un monument géographique mural différant des Tables de Peutinger; d'après ce plan, la supputation des distances avait même conduit un instant à supposer à la lieue gauloise une longueur de 2,415 mètres; mais, sur des données plus certaines, on l'a rétablie à 2,222 mètres.

Il eût été, à coup sûr, plus intéressant de posséder ces plans à l'échelle, dérivés du cadastre romain, que cette déformation singulière de Peutinger, qui fait tenir dans une bande étroite de 1 pied sur 21 la surface de l'empire romain, alors

Digitized by Google

que cette dernière occupait sur le globe terrestre un fuseau de 28 degrés en longitude et en latitude !

Dans les Tables, on a adopté des signes conventionnels pour désigner les capitales des provinces, les villes, les ports, les tribunaux, les eaux thermales. Ces renseignements sont utiles à consulter.

PRINCIPES DE LA CRÉATION DES VOIES.

Pendant une longue période, comme nous l'avons dit, les grandes voies ne furent créées que dans un intérêt stratégique et politique.

Elles devaient maintenir les communications avec Rome, sur les derrières des légions, assurer l'arrivée des ravitaillements, du matériel et des renforts; le matériel et les *impedimenta* que chaque légion traînait à sa suite, étaient considérables : ils se composaient, outre les chevaux et mulets de charge, de dix grosses machines (*onagri* ou *catapultæ*), représentant la grosse artillerie du temps, et de cinquante-cinq petites machines montées sur des chariots (*carrobalistæ*), lançant des pierres et des flèches; de bonnes routes n'étaient pas inutiles au transport rapide de cet attirail de guerre ou de siége.

Après la conquête, les voies devaient permettre l'arrivée très-prompte des légions sur les points menacés par une sédition, et assurer une répression immédiate.

Elles devaient encore faciliter la rentrée du butin et des impôts, qui, payés alors en argent ou en nature, exigeaient des moyens de transport très-sûrs : « *ut omnia tributa velociter et* « *tutò transmitterentur* », comme disait Procope.

Elles permettaient l'expédition rapide des nouvelles et des ordres entre le siége du gouvernement et les provinces.

En fait, leurs services furent plus pacifiques : elles laissèrent passer les bienfaits de la civilisation romaine, qui rattachèrent les provinces et les colonies à la métropole, et les soudèrent ensemble plus étroitement que n'eussent pu le faire la rigueur et la force; c'est à leur bienfaisante influence qu'Ausone devait d'écrire :

Patrias sed Roma supervenit omnes,

Digitized by Google

et Rutilius de s'écrier :

Fecisti patriam diversis gentibus unam.

Souvent aussi ces voies furent entreprises pour occuper les loisirs des légions et les arracher à l'oisiveté, funeste à la discipline; on dépassa parfois le but, et l'on suscita des révoltes au sein des armées ou des peuples vaincus, qu'on écrasait de trop de travail et de fatigue.

Au point de vue commercial, le rôle des grandes voies fut d'abord accessoire; il ne se dessina que plus tard, avec l'achèvement du réseau provincial et des voies *per compendia,* quand des nécessités nouvelles vinrent à surgir.

CLASSIFICATION DES VOIES ET CHEMINS.

Légalement, les chemins romains se distinguaient en :

Via, chemin ayant au moins, d'après la loi des *Douze Tables,* 8 pieds (2^{m},384) de largeur dans les parties droites, 16 pieds dans les parties courbes (*via in porrectum VIII p., in amfractum XVI p. esto*), de façon à permettre le croisement de deux voitures; il s'agit de la largeur de la chaussée, à laquelle étaient presque toujours adjoints deux trottoirs (*margines*).

La *voie* des voitures romaines fut à l'origine de 1^{m},15 environ, avec des roues sans moyeux saillants; cette voie varia beaucoup et augmenta par la suite : on l'a mesurée de 1^{m},35 aux ornières d'Herculanum; dans la Gaule, on l'a trouvée de 0^{m},89 à 1^{m},00 à Chevilly (Loiret); de 1^{m},26 à 1^{m},30 à Tours, et même de 1^{m},47 à Nîmes.

Actus, chemin pour une voiture seulement, de 4 pieds de largeur.

Iter, chemin pour piétons et cavaliers, de 3 pieds, et même de 2 pieds seulement, de largeur.

Semita, sentier, la moitié de l'*iter*, d'un pied de largeur.

Callis, chemin très-large, pour les troupeaux, ce qu'on appelle dans le Midi *draille* ou *carraïre.*

Trames, chemin de traverse.

Digitized by Google

Ambitus, passage qui faisait le tour des maisons, et correspondait à ce que nous appelons le *tour de l'échelle.*

Les voies (*viæ*) se divisaient en voies publiques (*viæ publicæ*), et voies privées (*viæ privatæ*), appartenant aux particuliers et desservant les propriétés privées.

Les premières comprenaient :

1° Les voies publiques (*viæ militares*), conduisant de Rome aux provinces et aux grandes villes;

2° Les voies vicinales (*viæ vicinales*), menant de celles-ci aux villes secondaires ou bourgs;

3° Les voies agraires (*viæ agrariæ*), reliant les précédentes aux champs et aux hameaux.

Cette classification correspond sensiblement à la division actuelle, en *routes nationales*, *routes départementales* et *chemins vicinaux.*

Il y eut encore les voies à mulet (*iter*), dont le nombre fut considérable.

Les grandes voies publiques furent appelées *prétoriennes, consulaires* ou *militaires,* parce qu'elles furent construites à l'origine par les préteurs et les consuls, ou qu'elles servirent à peu près exclusivement aux armées. Elles eurent, suivant leur importance, des largeurs plus grandes que le minimum légal, mais dépassant rarement le maximum de 6 à 7 mètres. Certaines voies exceptionnelles aux environs de Rome, comme les voies Sacrée, Triomphale, etc., eurent jusqu'à 25 et 26 pieds ($7^m,50$ à $7^m,80$) de largeur de chaussée, mais sans dépasser 12 mètres, y compris les trottoirs.

Les voies de premier ordre eurent, comme la voie Appia ($4^m,50$), la voie Valéria ($4^m,80$), en général de $4^m,13$ à $4^m,70$ de largeur de chaussée (*agger*), et deux accotements ou trottoirs (*margines*) d'une largeur variant de $0^m,50$ au minimum à la moitié de la largeur de la chaussée, pour chacun d'eux.

Les voies de second ordre, comme les voies Prénestine, Tusculane, Cassia, Albine, etc., eurent de 10 à 12 pieds entre les trottoirs ($2^m,95$ à $3^m,50$), très-exceptionnellement de 8 à 10 pieds.

A ces voies militaires se rattachaient, pour desservir les villes, bourgs et villages, les voies vicinales (*viæ vicinales* ou

Digitized by Google

vicorum), tenues primitivement à 8 pieds de largeur; dans l'origine, ce furent souvent des chemins de *terre*, non pavés et impraticables dans la mauvaise saison. Plus tard, ce réseau s'améliora considérablement, et comme il fut toutefois moins bien construit, pour diminuer l'usure, on lui donna une largeur plus grande que celle des grandes voies militaires.

On trouve souvent en France de très-anciens chemins qui sont des *voies gauloises*, très-différentes des voies romaines; celles-là sont enfoncées de 4 ou 5 mètres dans les terres, comme certains chemins actuels du Perche et de la Normandie; elles sont accidentées en plan, serpentent autour des mamelons; la surface de la chaussée est concave; enfin, ces chemins gaulois sont très-étroits, de 1 mètre seulement parfois, la voie des anciennes voitures gauloises était de 0m,89 à 1 mètre; les chemins romains sont bien plus larges, présentent de grands alignements droits, sont accidentés en profil, et la surface de leur chaussée est toujours bombée.

ADMINISTRATION DES VOIES.

Malgré le peu de services directs que le public retira des voies romaines, tout le monde eut, dès l'origine, grand souci de leur création; elles furent, comme les autres grands travaux publics, l'objet d'un véritable culte; cette tradition se transmettra jusqu'à la fin du Moyen-Age, pour les ponts, par exemple, qui seront de véritables fondations religieuses.

Les fonctions qui se rattachèrent à l'administration, à la construction et à l'entretien des voies, furent des plus honorées, et fournirent un moyen sûr et facile de briguer la faveur populaire; elles imposaient à leurs titulaires non-seulement beaucoup de soins, mais encore des dépenses considérables.

Les travaux, ordonnés par des plébiscites, furent confiés d'abord aux consuls, puis, sous leurs ordres, aux édiles, aux censeurs et même aux préteurs; quand le réseau s'étendit au loin, on créa, vers 244, un service spécial de quatre, puis de six curateurs, qu'on appela quatuorvirs (*quatuorviri*), nommés d'abord à temps, puis à vie.

Digitized by Google

A l'avénement de l'Empire, les routes, abandonnées depuis longtemps, étaient dans un état déplorable; les fonctions de curateurs devenaient trop onéreuses, personne ne les ambitionnait plus. Auguste dut les prendre pour lui-même et déléguer ses pouvoirs et ces très-importantes fonctions à des sous-curateurs, commissaires chargés de la surveillance d'une ou plusieurs voies. Auguste et Agrippa réparèrent ainsi les voies d'Italie, firent faire celles de la Cisalpine et un grand nombre de celles des Gaules et de l'Espagne. Néron, Vespasien, Titus, Domitien, Trajan conservèrent la tradition d'Auguste.

En —13, le sénat rétablit le quatuorvirat pour Rome, en lui confiant l'entretien et la police des voies urbaines seulement. Quand il fallut créer le réseau des provinces, les gouverneurs, les propréteurs et les proconsuls en eurent la direction et la surveillance, à l'image de ce qui se passait dans la métropole. On créa de même des magistrats spéciaux pour les rues et les chemins vicinaux et agraires (*curatores viarum* ou *viocuri*, et *curatores vicorum*).

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT ET D'ENTRETIEN.

Les voies militaires furent construites par l'État (*publicè muniuntur*) et entretenues par un impôt assis sur la propriété foncière. Nous avons vu précédemment combien de ressources nombreuses, dons, corvées, réquisitions, etc., venaient en ces matières au secours du Trésor.

A l'origine, avant l'établissement du cadastre, l'entretien des routes et des ponts se faisait avec le produit de péages; la loi attribuait aux censeurs, puis aux *viocuri* et aux *curatores viarum*, le soin d'affermer ces péages, en même temps que d'adjuger aux entrepreneurs et de surveiller ces réparations. Par la suite, les péages revinrent dans les caisses du fisc, et l'entretien fut plus régulièrement assuré par un impôt direct.

Les voies vicinales étaient construites aux frais des villes et des bourgs, avec le concours de quelques libéralités particulières, et entretenues par les prestations des propriétaires riverains, prestations en argent (*impensæ*) ou en nature (*operæ*),

Digitized by Google

réglées par les magistrats; les impôts étaient répartis sur la base du nombre de jugères possédés ou d'habitants intéressés.

Ces prestations en nature, pour l'entretien des voies, furent d'abord rangées parmi les contributions viles (*sordida munera*), qui ne frappaient pas les citoyens romains; mais, pour assurer la réparation des chemins quand tout le monde posséda le droit de cité, Théodose, Honorius et Arcadius les rangèrent parmi les contributions honorables, dues en principe par tous les citoyens, même par l'empereur.

CONSTRUCTION DES VOIES ROMAINES.

Les Romains construisirent leurs grandes voies pour durer éternellement; ce sont de véritables monuments, construits réellement à chaux et à sable, comme on dit parfois, dans des conditions de solidité inébranlable, que les travaux modernes de cet ordre les plus soignés ne rappellent pas, même de très-loin.

LARGEUR DES VOIES.

La superstructure se composait d'une chaussée généralement très-bombée, pavée ou empierrée (*agger*), et de deux accotements surélevés ou trottoirs (*margines*).

Quelques auteurs, mesurant ces dimensions dans les parties bien visibles aux portes de Rome, ont attribué aux routes romaines des largeurs allant jusqu'à 20 mètres, divisées en trois parties égales pour la chaussée et chacun des accotements; ils leur attribuent en moyenne 10 mètres de largeur, dont 4 ou 5 mètres pour la chaussée et le reste partagé entre les deux trottoirs.

Ce sont des largeurs prises aux têtes de ligne, à leur origine, où elles forment de grandes avenues dignes des abords de la capitale; mais les sondages exécutés ailleurs donnent des moyennes bien plus faibles; et l'on conçoit facilement qu'avec une fréquentation restreinte, les frais énormes de construction de ces chaussées maçonnées et l'immense développe-

Digitized by Google

ment du réseau, il fût indispensable de réduire les dimensions transversales au juste nécessaire.

La largeur de 8 pieds (2^m,384) put suffire à l'origine pour le croisement des voitures à faible voie, ou dans les chemins ruraux sans *marges;* mais elle fut absolument insuffisante pour des chaussées entre trottoirs, quand la voie s'éleva à 1^m,35, comme l'indique l'écartement des ornières à Herculanum; la faible saillie des moyeux et le bombement très-prononcé de la chaussée permirent bien le croisement de deux chars à partir d'une largeur entre bordures de 2^m,85, mais on peut croire que la largeur pour les chemins à *deux voies* fut au minimum de 10 pieds (2^m,95), et même assez souvent de 12 pieds (3^m,54).

Les chemins plus fréquentés furent créés pour *trois voies*, avec une largeur au minimum de 14 pieds (4^m,13), et plus ordinairement de 16 pieds (4^m,72).

Ce sont en effet les dimensions que l'on a trouvées, par les sondages, aux voies de première et deuxième classes, 14 à 16 pieds pour la première, 10 à 12 pour la seconde, avec des accroissements de largeur dans les courbes et des réductions dans les parties coûteuses ou difficiles.

Dans les traversées très-difficiles et très-coûteuses des Alpes, comme aux monts Julier, Septimer, etc., on trouve des vestiges de voies romaines pavées n'ayant pas plus de 6 pieds de largeur (1^m,77); ce sont des chemins à *une voie,* avec des évitements de distance en distance.

Exceptionnellement, sous les murs de Rome, on trouve des largeurs de chaussée à *quatre voies,* de 20 à 26 pieds (5^m,90 à 7^m,65); la voie Sacrée, une des plus belles, a 7^m,65 de largeur, mais avec deux petits trottoirs de 2 pieds chacun seulement.

Généralement, sur ces avenues suburbaines, les trottoirs étaient très-larges; ils avaient chacun la moitié, et plus, de la largeur de la chaussée; pour une largeur totale de 10^m,50 à 12 mètres, on trouve 4^m,75 ou 6 mètres pour la chaussée, et 6 mètres pour l'ensemble des deux trottoirs.

Mais, au delà d'un certain rayon, dans la campagne, les trottoirs se réduisaient assez uniformément à la largeur de 2 pieds (0^m,59).

Digitized by Google

Ces trottoirs (*margines*, *semitæ*, ou *crepidines*) avaient une saillie de $0^m,20$ à $0^m,30$; ils étaient exécutés en pierre de taille, ou tout au moins ils présentaient une bordure (*umbo*), et en arrière un dallage ou une aire en béton battu.

Quant aux voies vicinales, on leur donna souvent de 5 à 8 et 9 mètres de largeur, entre fossés latéraux, souvent très-larges eux-mêmes.

ACCESSOIRES DES VOIES.

A des distances de 12 *pas* en moyenne (18 mètres), on rencontrait, engagées dans la bordure, des marches en pierre ou *montoirs*, pour monter à cheval ou en char. C'étaient quelquefois de simples bornes cunéiformes, appelées *gomphi*.

Tous les 1000 *pas* ($1481^m,50$), une *borne milliaire* marquait la distance à la ville voisine, et rappelait souvent le nom du souverain ou du fonctionnaire qui avait fait exécuter ou réparer la voie.

On a trouvé une fois la chaussée divisée en deux par un petit mur longitudinal, à la voie Portuense, comme pour établir deux courants distincts de circulation.

EXÉCUTION DES PLATES-FORMES ET DES CHAUSSÉES.

Pour l'établissement des plates-formes, dans les conditions normales, on procédait avec toutes les précautions suivantes :

On creusait le sol jusqu'au terrain solide, s'il était nécessaire; le fond de la fouille était dressé, nivelé, puis pilonné ou cylindré; on battait même parfois des pieux, quand la solidité ne paraissait pas suffisante; puis, sur une aire de sable de $0^m,10$ à $0^m,15$ d'épaisseur, ou de mortier, de $0^m,025$, étendue au fond de la forme, on élevait, en bonne règle, les quatre couches de maçonnerie suivantes (pl. III, fig. 1) :

1° Le *statumen*, assise de plusieurs rangs de libages ou de pierres plates, placés les plus larges en bas et liés par un ciment très-dur ou, à défaut, par de l'argile; cette couche avait

Digitized by Google

ordinairement 1 pied ($0^m,295$) d'épaisseur, et 2 pieds dans les très-mauvais terrains ;

2° La *rudération* (*rudus*), couche de béton de cailloux ou de pierres ou briques cassées, fortement battue avec des pilons ferrés (*fistucæ*) ; après le battage, cette couche se réduisait ordinairement à une épaisseur de $0^m,25$; quand le mortier manquait, on le remplaçait par de la glaise ; par-dessus était établi

3° Le *noyau* (*nucleus*), couche de $0^m,30$ à $0^m,50$ d'un béton de gravier ou de sable grossier, plus fin que le précédent, et cylindré par petites couches successives ;

4° Sur cette troisième couche du massif s'appliquait la *couverte* (*summa crusta* ou *summum dorsum*), en ménageant un bombement très-marqué pour faciliter l'écoulement des eaux et le croisement des chars. Cette couverte avait de $0^m,20$ à $0^m,30$, et même plus, d'épaisseur, et s'exécutait très-diversement, suivant les matériaux disponibles ; il était extrêmement important d'avoir une surface aussi résistante que possible, parce qu'avec des chaussées aussi étroites le roulement se faisait toujours à peu près sur les mêmes points.

La chaussée, appelée souvent *agger*, se définissait ainsi : « *Agger est media eminentia, coaggeratis lapidibus, vel* « *glarea, aut silicibus strata.* » Elle se faisait ainsi en pavés (*lapidibus*), ou en cailloux ou gravier (*glareâ*), ou en empierrement (*silicibus*).

PAVAGES ET EMPIERREMENTS.

Les plus belles voies furent toujours pavées sur toute leur largeur, quelquefois même en marbre aux environs de Rome ou sur la voie Appienne, de Gaëte à Capoue. Les pavés, en silex très-dur, présentaient ordinairement la forme de pentagones, d'hexagones ou de polygones irréguliers, offrant en tête un diamètre variable de 1 pied ($0^m,295$) à 3 pieds ($0^m,985$), et même plus, sur une queue moyenne de $0^m,30$ à $0^m,40$. La face supérieure était parfaitement dressée, le lit était laissé brut, mais les joints étaient soigneusement taillés et raccordés avec une

Digitized by Google

précision si grande, qu'il est parfois difficile de reconnaître la ligne de séparation de deux pavés voisins. Le joint était parfois garni au ciment de pouzzolane, comme on le retrouve dans les restes de la voie Sacrée.

Le pavage en *incertum* avait l'inconvénient de présenter des angles vifs qui se cassaient facilement.

Ces pavés étaient enchâssés à la batte dans le béton encore frais du *nucleus*, qui liait solidement entre eux tous les éléments de la surface par les queues inégalement encastrées, et en faisait un tout solidaire.

A défaut de pavés résistants, on employa jusqu'à des dalles schisteuses posées de champ ou inclinées (pl. III, fig. 8), pour offrir une grande épaisseur à l'usure ; au milieu de la voie, on posait quelques gros pavés sous les pieds des chevaux.

Comme les charges transportées étaient faibles, les roues usaient moins les chaussées que les pieds des chevaux ; on pavait parfois le milieu de la chaussée, en se contentant d'empierrer les côtés.

La surface de roulement fut encore formée, à défaut de pavés, par une couche de béton de cailloux ronds ou cassés, de $0^{m},15$ d'épaisseur, fortement cylindrée, les plus gros disposés à la surface; dans ce cas, on donna parfois le nom de *glarea* à la chaussée elle-même. En Italie, on ajouta souvent de la pouzzolane dans le mortier de ce revêtement, qui est devenu si dur qu'on ne peut l'attaquer au pic.

On trouve enfin, comme sur l'ancienne voie d'Arras à Amiens, un empierrement véritable de silex brisés avec soin et liés par une poussière de gravier, devenu par le tassement extrêmement dur et résistant.

Ailleurs, on a employé à cet usage des scories de fer, dans le pays d'Othe par exemple, dont les anciennes exploitations métallurgiques ont fourni les empierrements des sections de Troyes à Joigny, de Troyes à Avrolles sur la grande voie d'Autun à Boulogne; ces voies s'appelaient *viæ ferreæ* et ont donné sans doute leur nom de chemins *ferrés* aux chemins empierrés. Les routes empierrées furent presque toujours pavées aux traversées des villes et des bourgs.

Digitized by Google

Le massif normal de la plate-forme des voies romaines représentait donc une épaisseur totale de 1 mètre au minimum, et souvent de $1^m,50$.

Cette disposition n'était pas absolument invariable : l'ordre des couches était parfois interverti, surtout entre le noyau et la rudération; le noyau manquait souvent. Quelquefois l'*agger* se réduisait à d'énormes dalles de grès de 2 mètres carrés de surface et de $0^m,40$ à $0^m,50$ d'épaisseur, posées sur un massif de béton de 1 mètre d'épaisseur (voie de Lutèce à Orléans).

On rencontre quelquefois le *statumen,* et même la rudération, formés de pierres plates disposées en arêtes de poisson (*opus spicatum*).

Quand la chaux et le ciment manquaient, les Romains parvenaient encore à établir de bonnes voies, en employant des argiles, des marnes, des craies, des terres franches même; ils conservaient la disposition normale, mais ils augmentaient les bombements, exagéraient les épaisseurs des couches, cherchaient toujours à rendre le massif imperméable à l'eau, afin d'éviter les ramollissements des chaussées après les pluies, les mouvements et les dégradations après les gelées.

Dans les voies vicinales (pl. III, fig. 8-9), les Romains simplifièrent beaucoup leurs procédés; ils ne formaient plus généralement l'*agger,* élargi à 8 ou 9 mètres, que de deux couches : l'inférieure de gros cailloux ou de gros gravier, quelquefois même de sable, et la supérieure de gravier, de scories, de pierres cassées, sur toute la surface entre les fossés. Ils augmentaient le bombement, faisaient de larges fossés latéraux pour assurer mieux encore l'écoulement des eaux et l'asséchement de la voie. Quand la route traversait des parties basses, des vallées humides, la couche supérieure était bétonnée.

Pour bien assécher leur plate-forme, ils eurent une tendance marquée à l'établir en relief, même en plaine; souvent ainsi ils la surélevaient en remblai, avec fossés d'emprunt, lorsque rien ne l'exigeait dans le profil en long.

Ils prirent, dans tous les cas, les plus grands soins pour écouler les eaux par des fossés latéraux ou par les caissées d'emprunt. Ces fossés, ordinairement de $0^m,60$ de profondeur

Digitized by Google

et de $0^m,75$ à $0^m,90$ d'ouverture en gueule, étaient disposés, non pas au pied de la plate-forme, dont ils auraient pu détremper les maçonneries, mais au delà d'une sorte d'accotement de 2 mètres à $2^m,50$ (pl. III, fig. 1-6).

MATÉRIAUX EMPLOYÉS.

Pour la construction des plates-formes et particulièrement des chaussées, ils employèrent les meilleurs matériaux qu'ils purent trouver à leur portée.

Les pavés furent faits en pierres dures, qu'ils appelaient *silex* et qui étaient des basaltes, des laves dures ou des marbres durs grossiers ; on les employait souvent en *opus incertum*, avec des dimensions variant de $0^m,50$ à 1 mètre de diamètre pour les gros, de $0^m,30$ à $0^m,40$ pour les petits, avec $0^m,25$ à $0^m,40$ de queue.

A Rome, on employa beaucoup de pavés rectangulaires réguliers, de petit et de gros échantillon.

On se servit encore, pour les pavages, de cailloux taillés au marteau ou au ciseau.

Dans les empierrements ou les bétons des chaussées, on fit entrer ou des pierres assez dures cassées au marteau, ou des cailloux roulés de diverses grosseurs; tantôt on classait ces derniers par couches de dimensions correspondantes, tantôt on les mêlait pour remplir mieux les vides.

Les cailloux appelés *glarea*, de la grosseur d'un œuf, nous dit-on, paraissent avoir été employés entiers; cette donnée paraît correspondre aux dimensions de notre anneau de $0^m,06$, et marquer la limite de grosseur des éléments employés dans ces bétons et ces empierrements.

On ajouta parfois de la pouzzolane ou de la brique pilée au béton de la chaussée; on fit alors un revêtement d'une résistance extraordinaire.

Pour les *statumen*, *rudus* et *nucleus*, on fut moins difficile dans le choix des matériaux; on employa des pierres plus tendres, *lapidicinæ molles* ou *temperatæ*, par opposition aux *lapidicinæ duræ*, réservées pour le *summum dorsum*. Ces

Digitized by Google

pierres étaient employées en blocages ou en libages pour les deux premières couches, et cassées au marteau pour le béton du *nucleus*. Dans l'exécution de ces couches, on se permit plus de licences, et on se confia davantage aux ressources locales; on établit ainsi parfois ces couches avec des craies fort tendres, des cailloux posés à plat ou en arête de poisson, des schistes, etc.

Pour les *marges*, on employait des pierres de taille (*saxa*), formant parpaings sur toute la largeur du trottoir ($0^m,59$), ou simplement une bordure (*umbo*) engagée dans le *nucleus*, avec dallage ou bétonnage en arrière. Les *marges* étaient interrompues de distance en distance par des saignées, pour le déversement des eaux.

Dans les provinces et dans les voies vicinales, les matériaux furent généralement moins choisis, les travaux moins soignés; aussi les routes ont-elles moins bien résisté et plus facilement disparu.

Pour les grandes voies, tous les soins réunis pendant la construction, l'imperméabilité du massif, le bon écoulement des eaux, la solide liaison des couches, une fréquentation assez faible, expliquent comment elles pouvaient rester quinze et vingt ans sans réclamer d'entretien, et comment certains tronçons ont pu résister pendant dix-huit siècles et parvenir presque intacts jusqu'à nous.

TRACÉS ET PENTES DES VOIES ROMAINES.

Dans le tracé de leurs voies, ils procédaient généralement par grands alignements droits, en ne cherchant à éviter que les grands obstacles et les grandes différences de niveau; ce fut un peu le système suivi chez nous jusqu'au milieu du siècle dernier.

Leurs voies furent généralement assez accidentées suivant le profil en long, d'autant plus qu'ils épargnèrent les tranchées et qu'ils se tinrent de préférence sur les hauteurs ou à flanc de coteau, à l'exclusion du fond des vallées, que les ingénieurs romains évitèrent soigneusement pour des considérations stra-

Digitized by Google

tégiques ou par crainte des difficultés d'établissement ; quand ils durent traverser ces dernières, ils prirent, dans les parties basses, des précautions extraordinaires pour consolider la plate-forme.

Pour la traversée des faîtes, ils trouvèrent fort habilement les points les plus bas, et les cols fréquentés de nos jours furent presque tous connus et pratiqués de leur temps. Ils savaient trouver le développement nécessaire au moyen de lacets ; ils admettaient malheureusement des déclivités excessives, qui s'élevaient jusqu'à $0^m,15$ et $0^m,20$ par mètre, et qu'on retrouve, non-seulement dans les routes en montagnes, mais même dans les plaines, aux rampes d'accès des ponts, par exemple. Les rampes de $0^m,10$ et $0^m,12$, qui étaient plus ordinaires, n'avaient pas une très-grande importance à l'origine des voies romaines, à cause de la faible charge traînée par chaque cheval, limitée par la construction défectueuse des véhicules et la mauvaise disposition de l'attelage ; mais plus tard, quand les transports prirent une activité plus grande, on comprend qu'on n'ait pu tirer qu'un très-médiocre parti de ces voies, pourtant si luxueusement construites, mais complétement coupées par des rampes infranchissables.

Pour les voies exécutées, par la suite, dans les provinces, on fut plus ménager des rampes et des déclivités ; bien que moins soignées dans leur exécution, elles épousèrent mieux le sol, s'affranchirent de cette sujétion des grands alignements et rendirent de bien plus grands services. Leurs courbes de raccordement durent avoir d'assez grands rayons, indispensables au passage de longs attelages composés parfois de dix chevaux et de cinq volées. Mais, redoutant particulièrement les grandes tranchées, les Romains furent souvent conduits, pour tourner certains contreforts, à abaisser parfois le rayon de leurs courbes à 7 ou 8 mètres. Nous pouvons citer, comme exemple, un passage sur une ancienne voie romaine près d'Annecy, au pont Saint-Clair, en tranchée dans le rocher, de $3^m,25$ de largeur, en rampe de $0^m,15$ et en courbe de 7 à 8 mètres de rayon, qui devait être extrêmement dangereux.

Digitized by Google

REMBLAIS, LEVÉES ET VIADUCS.

Ils exécutèrent d'assez nombreux et d'assez importants remblais ; ils semblent avoir généralement procédé par emprunts latéraux ; les couches étaient régalées et cylindrées avec des rouleaux en pierre, ou pilonnées soigneusement ; puis la plate-forme était formée par des assises de pierres de grosseur décroissante, liées ou non par du mortier, et recouverte du pavage ou de l'empierrement.

On trouve, dans les vallées et dans les plaines, de ces remblais qui présentent des hauteurs de 3 mètres, 4 mètres et même 6 mètres sur des longueurs de 22 à 28 kilomètres. Ainsi, pour la réfection de la voie Appienne sur la traversée des marais Pontins, Trajan fit faire une levée de $11^{m},85$ de largeur sur 28 kilomètres de longueur, avec un grand nombre de ponts et de ponceaux pour l'écoulement des eaux.

Quand ces remblais rencontraient de mauvais terrains, mouvants ou compressibles, comme sur le trajet de la voie Numicia, de Rome à Baïes, on faisait d'immenses fouilles jusqu'au ferme, on remplissait cette forme de sable sur lequel on élevait le remblai. On ménageait partout des ponceaux pour l'écoulement des eaux.

Quand le talus d'une route à flanc de coteau, sur le bord d'un escarpement, s'étendait trop loin ou menaçait de glisser, on appuyait la plate-forme sur un mur de soutènement et des arceaux portés par des contreforts ; on en trouve un bel exemple sur la voie Flaminienne, à Cailly, près d'Urbin ; les arcades de liaison des éperons supportent un trottoir ; la poussée des terres était réduite autant que possible par des emmétrages intérieurs en pierres sèches (pl. III, fig. 10).

Sur les flancs escarpés des rochers, la voie était parfois supportée par des voûtes, faites d'énormes claveaux montés à sec, franchissant les anfractuosités, d'une croupe à l'autre (pl. III, fig. 11).

Fréquemment, on remplaçait les talus par deux murs de soutènement, quand le remblai atteignait une grande hauteur : à

Digitized by Google

Ariccia, sur la voie Appienne, on trouve une levée de 227 mètres de longueur, 12m,60 de largeur et 13 mètres de hauteur moyenne, entre deux murs de pépérin, avec trois arcades ménagées pour le passage des eaux. On trouve d'autres exemples de ces levées dans les pays humides, comme certaines de ces chaussées de Flandre, dites *de Brunehaut*, qui sont d'anciennes voies romaines; la plus remarquable est celle de Tongres, soutenue, sur un parcours considérable, par deux murs latéraux, élevés de 4 à 6 mètres, formant parapets, et laissant écouler les eaux par des barbacanes.

Les vallons étroits étaient franchis par des viaducs, comme à Narni, à Alcantara, à Salamanque, etc.

TRANCHÉES ET TUNNELS.

Ne s'imposant à peu près aucune limite pour les déclivités, exécutant les remblais par le moyen d'emprunts latéraux, ne cherchant pas à *balancer* les accidents du profil en long, ni à compenser sur l'axe les remblais par les déblais, les Romains ne se trouvèrent qu'exceptionnellement dans la nécessité d'ouvrir des tranchées; le fait ne se produisit que dans les traversées de montagnes ou en présence d'obstacles naturels insurmontables. Aussi trouve-t-on bien rarement de tranchées dans la terre, en dehors des déblais à flanc de coteau; les véritables tranchées ne se rencontrent guère que dans le roc; avec les faibles moyens d'attaque dont les anciens disposaient, il devait leur en coûter beaucoup d'entreprendre de pareils ouvrages, et l'on comprend qu'ils aient cherché à les tourner le plus souvent possible.

Si l'on se représente qu'il leur fallait enlever avec les coins ou avec le pic la roche par éclats, par petits abatages, on conçoit que, dans bien des cas, il leur fût plus facile et plus économique de borner ce rude labeur à la section transversale strictement nécessaire, et de percer un tunnel plutôt que d'ouvrir une tranchée jusqu'au jour. C'est pourquoi il nous reste presque autant d'exemples de longs tunnels que de longues tranchées.

Digitized by Google

Comme exemples de grandes tranchées dans la terre, on peut citer celle de Brimont, sur la voie de Reims à Bavay, et une autre sur la route de Pouzzoles à Cumes, qui ne fut peut-être qu'un défilé naturel; elle offre toutefois cette particularité qu'elle est coupée transversalement par une porte ou arc antique appelé l'*arco Felice*, qui supporte lui-même une route; c'est un premier exemple des ponts par-dessus.

Les tranchées dans la roche eurent souvent, par mesure d'économie, une largeur réduite; on supprimait les deux *marges*, ou bien on réduisait la largeur de la chaussée; ainsi la voie Appienne, qui avait $4^m,44$ entre les trottoirs, n'avait plus que $3^m,25$ dans les tranchées; c'est la largeur que l'on retrouve aussi dans la Savoie (pl. III, fig. 3).

Les parois des tranchées dans le roc étaient dressées à la grosse pointe, sous un fruit de 1/20e environ. On trouve les mêmes soins pris dans un grand nombre de tunnels et de galeries souterraines; c'était un complément assez naturel du travail patient de piochage ou de *bûchage* de la roche; on peut en être moins surpris que du luxe inutile d'un pareil travail appliqué de nos jours à des tranchées voisines de Dijon, ouvertes à la poudre.

Ces tranchées dans le roc devaient représenter un travail considérable, et ce qui l'indique bien, c'est que presque toutes ont conservé des inscriptions en l'honneur de celui qui les a fait exécuter.

Parmi les principales tranchées dans le roc laissées par les Romains, on peut en citer une de la voie Appienne au sortir de Terracine, pratiquée dans un cap de marbre dur, à pic sur la mer : elle a $4^m,44$ de largeur au niveau de la chaussée (y compris les trottoirs), et jusqu'à $35^m,55$ de hauteur, sur 30 mètres de longueur; la route conserve, sur ce passage, ses *marges* et ses montoirs. On en trouve une autre de 13 mètres de hauteur à Pierre-Pertuis, près de Bienne en Suisse, et un assez grand nombre de plus petites dans les traversées de montagnes, et surtout des Alpes.

Sur la route de Milan à Arles par le Mont Genèvre, on trouve, près de Sisteron, une tranchée avec une inscription en l'honneur de Posthamus Dardanus.

Digitized by Google

On rencontre encore un certain nombre de tunnels d'origine romaine.

On cite quelquefois celui qui se trouve sur la voie de Baïes à Cumes, mais ce fut peut-être une grotte naturelle qu'on utilisa et accommoda pour le passage de la voie.

Entre Pouzzoles et Naples s'ouvre la grotte de Pausilippe, de Bagnoli à Fuori Grotta, tunnel dans le tuf volcanique de 707^{m},50 de longueur, 6 mètres de largeur et 16 mètres de hauteur; les entrées présentent de grands évasements, pour faire pénétrer le jour dans cette longue galerie.

Plus haut, on a désobstrué, en 1858, le tunnel ou grotte *di Sejano* ou *Sillano*, creusé, selon Strabon, par Cocceius, sur l'ordre d'Agrippa; ce tunnel était plus long, plus haut et plus large encore que le précédent.

Sur la voie Flaminienne, à la traversée des Apennins, Vespasien fit percer le tunnel de Furlo, de 300 mètres environ de longueur.

A Rome même, au dire de Flaminius Vacca, une galerie voûtée souterraine conduisait du Grand Marché au cirque de Flaminius (1).

Dans une roche surplombante des bords du Danube, aux défilés de Cazan, entre Ogradina et Orsowa, près des Portes-de-Fer, on creusa, pour le passage du chemin de Trajan, un demi-tunnel avec parapets et escaliers descendant au fleuve.

Nous trouverons, au chapitre des aqueducs, des travaux souterrains plus remarquables encore, comme l'émissaire du lac Fucin, de 5,640 mètres de longueur, par exemple.

MONTOIRS. — BORNES. — PORTES. — PILES.

Encastrés dans les *marges* à des distances égales, mais variables d'une voie à l'autre, de 12 à 20 *pas* (de 18 à 20

(1) De ce petit nombre de tunnels péniblement creusés, nous rapprocherons les quatre cent quarante tunnels de 192,921 mètres de longueur totale, faits depuis vingt-cinq ans sur les seuls chemins de fer français, grâce à nos puissants moyens d'attaque modernes.

Digitized by Google

mètres environ), étaient les *montoirs*, affectant tantôt la forme d'escaliers à deux ou trois degrés, comme sur la voie Appienne, tantôt celle de simples dés (*gomphi*) ou bornes de $0^m,45$ de côté et de $0^m,67$ de hauteur sur la plupart des voies (pl. III, fig. 1-5).

L'unité itinéraire adoptée par les Romains fut le *milliarium*, de 1,000 *pas* de 5 pieds, valant ainsi :

$$1,000 \times 5 \times 0^m,29629 = 1481^m,47.$$

En Gaule, on compta par *lieue gauloise* de 1,500 pas ou d'un mille et demi, valant par conséquent : $2222^m,22$.

En remesurant les anciens milles romains, on trouve quelquefois des différences provenant sans doute d'erreurs de chaînage; ainsi, dans les marais Pontins, sur la voie Appienne, de Prony a trouvé des milles de $1471^m,23$ seulement.

De 1,000 en 1,000 *pas* ($1481^m,47$) étaient plantées des bornes cylindriques ou carrées, hautes de 3 jusqu'à 7 et 8 pieds ($0^m,90$ à $2^m,06$ et $2^m,35$), en marbre, en granit ou en pierre, marquant les divisions itinéraires de la route. C'étaient les *bornes milliaires*. Elles présentent le plus ordinairement, sur une base cubique de $0^m,50$ à $0^m,55$ de côté, qui servait à les planter en terre ou dans les *marges*, un fût cylindrique de $0^m,40$ à $0^m,50$ de diamètre et de $1^m,50$ à $2^m,00$ de hauteur (pl. III, fig. 4).

Aux environs de Rome, jusqu'à 100 milles de distance, elles marquaient la distance au *milliaire doré* de Rome (*milliarium aureum*), origine commune des mesures itinéraires romaines. Au delà, et dans les provinces, elles portaient inscrites les distances aux villes ou stations voisines.

Le mesurage des routes fut rendu obligatoire, par une loi de — 183, sous Caïus Gracchus, et étendu à tout le territoire.

Ces pierres milliaires portaient souvent, outre le chiffre des distances en *mille pas*, une inscription en l'honneur de l'auteur du chemin.

On a trouvé de cent cinquante à deux cents de ces bornes milliaires en France; bien qu'elles aient été parfois déplacées, elles ont fourni souvent des points de repère précieux pour retrouver l'emplacement et le tracé des anciennes voies.

Digitized by Google

Sur les routes, on trouve encore des *portes fortifiées*, comme au Bourg-d'Oisans, à Suse, à Aoste, chargées de protéger certains passages ou la perception des péages, ou des arcs de triomphe élevés en l'honneur des empereurs, des consuls, des particuliers qui avaient construit ou fait réparer les voies, comme l'arc de Rimini, en l'honneur d'Auguste, qui fit refaire la voie Flaminienne, les arcs de Cabanes près de Castellon, de Barra près de Wendrell, en Espagne, etc.

Au sortir des villes, sur de longues distances, les routes étaient bordées de tombeaux et de mausolées, que les lois de Rome reléguaient, pour cause de salubrité sans doute, à l'extérieur des villes. Ces lignes de tombes, ces *tumuli*, permettent de reconnaître encore souvent, à l'entrée des villes, l'emplacement exact des anciennes voies.

On rencontre enfin, sur le bord des routes romaines, des pyramides, des tours rondes ou des piles en maçonnerie de petit appareil, présentant de grandes niches ou des mosaïques en parement; on suppose qu'elles servaient à faire des signaux la nuit au moyen de feux, ou qu'elles recevaient des statues de Mercure, protecteur des routes et du commerce; on trouve de ces monuments à Labarthe-de-Rivière près de Saint-Gaudens, deux ruines près d'Auch, d'autres à Pirelonge, Ebuon et Varaise en Saintonge, à Cinq-Mars en Touraine, à Naix (entre Joinville et Saint-Dizier); l'ancienne pile de Lestelle est aujourd'hui détruite (1).

MUTATIONS, MANSIONS ET STATIONS. — COURSES PUBLIQUES ET POSTES.

Pour assurer et faciliter l'exploitation de ces grandes voies, on les compléta par la création d'un service et d'un outillage of-

(1) Nous donnons, d'après le croquis fait par de La Sauvagère, dans le cours du siècle dernier, le dessin de la pile de Cinq-Mars (pl. III, fig. 13); elle avait 28m,85 de hauteur, et son fût carré avait 4 mètres de côté; le massif intérieur en blocages était revêtu d'une maçonnerie de briques, présentant dans la partie supérieure une ornementation assez bizarre en mosaïque; le tout était surmonté d'une pyramide avec cinq piliers de 3 mètres de hauteur.

Digitized by Google

ficiels qui nous ont paru mériter d'être décrits, avec l'aide des précieuses recherches de M. Naudet.

A des distances plus ou moins régulières, variant avec les ressources locales, étaient distribués tout le long des voies des établissements de trois ordres :

1° Les mutations (*mutationes*), relais espacés de 7 à 14 milles, en moyenne de 10 à 12 milles (15 à 18 kilomètres);

2° Les mansions (*mansiones*), relais de la fin du jour, distants les uns des autres de 30 à 40 milles (44 à 60 kilomètres); on y trouvait une hôtellerie pour passer la nuit, et des provisions ;

3° Les stations (*stationes*, *stativæ* ou *civitates*), qui étaient des villes ou des lieux de séjour, sortes de grandes haltes, plus importantes que les mansions.

Ces lieux sont désignés par des signes uniformes sur les Tables de Peutinger, et ils sont soigneusement distingués dans l'Itinéraire hiérosolymitain. C'étaient les établissements dépendant des courses publiques (*cursus publici*) (1).

Jusqu'à Sénèque et Pline le Jeune, les Romains de tout rang, pour correspondre entre eux, devaient entretenir des esclaves-courriers ou *tabellarii*, ou bien attendre des occasions.

César avait compris la nécessité d'une centralisation très-forte pour maintenir rassemblés les éléments disparates de l'empire; il ne suffisait pas à ses yeux de maintenir l'ordre par une forte occupation militaire, il voulait encore relier tous les points à Rome par des communications rapides, et rapprocher tout de l'autorité centrale.

Dans ces vues, Auguste créa, pour l'usage de son administration, les postes, dont il emprunta peut-être l'idée à Darius ou à Cyrus, qui établit des relais pour les courriers, au dire de Xénophon ; il plaça d'abord sur les routes, pour le transport des dépêches et des ordres du gouvernement, des courriers à pied qui se relayaient souvent; puis il leur donna des chevaux, et, bientôt après, il fit réunir, dans les relais, des voitures, à la disposition des cour-

(1) Il y avait en outre, sur le bord des routes, des hôtelleries ou auberges (*cauponæ*) établies par les particuliers à l'usage des simples voyageurs.

Digitized by Google

riers, des agents impériaux ou des personnages porteurs de *diplomata*, brevets spéciaux au sceau particulier de l'empereur (1). Les services de ces courriers ne furent pas de longtemps publics; la défiance ombrageuse des empereurs ne voulut pas livrer aux particuliers ce moyen précieux de communiquer et de s'entendre; ceux-ci n'eurent longtemps à leur disposition que le service officieux de messageries privées, qui s'organisèrent sur les principales voies avant la fin de la République.

Les *tabellarii* impériaux portaient les dépêches du gouvernement, les journaux (*acta* ou *diurna*), qui contenaient alors les nouvelles officielles, les textes des lois nouvelles, les jugements, l'état civil.

Les permis de poste étaient encore délivrés aux fonctionnaires qui se déplaçaient pour les affaires de l'État, pour des services publics, aux envoyés des princes et des peuples étrangers, aux députations des villes.

L'empereur était très-avare de ces brevets; il en disposait lui-même et n'en remettait qu'un très-petit nombre en blanc aux gouverneurs des provinces.

Sur le vu de ces brevets, dans l'origine, les magistrats des villes durent fournir les voitures et les chevaux nécessaires, dans l'étendue de leur circonscription; ces prestations accidentelles furent par la suite transformées en prestations régulières, et un service spécial, avec son personnel et son matériel, fut organisé sous la direction d'officiers impériaux.

Un rescrit de Dioclétien divisa le service des *courses publiques* en deux parties : les *courses rapides* (*cursus rapidi*) et les *courses pesantes* ou *charrois d'ordonnance* (*angariæ*, de Ἀγγαρεῖον).

Les premières furent entretenues sous la direction des agents de l'empereur (en chevaux, matériel, personnel, fournitures et vivres), par les contributions des cités, payées en argent.

Les transports lourds des blés, huiles, vins, fourrages, impôts, produits des manufactures impériales, soit dans les maga-

(1) Cette organisation a été copiée en grande partie par le gouvernement russe.

Digitized by Google

sins, soit aux ports d'embarquement, soit à Rome même, confiés aux secondes, furent assurés par des réquisitions et des prestations en nature, en exemptant toutefois de ces corvées les attelages de labour.

COURSES RAPIDES.

Le service des *courses rapides* reçut une organisation complétement officielle; tous les détails en furent minutieusement réglés.

A la tête étaient placés des officiers qui, avec le titre de *præfecti vehiculorum*, avaient la direction du service tantôt sur une voie tout entière, tantôt dans une province; c'étaient généralement des affranchis de l'empereur.

Le personnel (*familia*) des relais se composait de chefs (*mancipes*), sortes de maîtres de poste, généralement aussi des affranchis, d'employés, de palefreniers (*stratores*, un pour trois chevaux), de courriers à cheval, de postillons ou courriers pour les chars (*veredarii*), de maréchaux, de vétérinaires, etc.

Il devait y avoir vingt chevaux de poste (*veredi*) par mutation, quarante par mansion, un plus grand nombre aux stations. On ne pouvait les prendre tous en même temps; il en devait toujours rester à la disposition de quelque courrier de l'empereur. On trouvait encore des bœufs pour les lourds transports à petite vitesse.

On devait trouver aux relais en nombre déterminé les diverses voitures en usage : les *rhedæ*, chars à quatre roues traînés par huit ou dix mules; les *carri*, chars à quatre roues plus légers; les *birotæ*, voitures à deux roues et à trois chevaux ou mules. Chaque type devait être construit rigoureusement sur un modèle donné, et toute modification ou erreur d'exécution était sévèrement punie.

Parfois le brevet donnait également dans certains cas droit à la fourniture gratuite de vivres et de provisions, aux mansions et stations (*ubi annona accipienda*).

Pour éviter les abus, les ordonnances de voitures, appelées alors *diplomata tractatoria*, spécifiaient exactement, suivant la

Digitized by Google

qualité et le grade du porteur, le nombre de chevaux, de chars et de mulets de bât (deux chariots au maximum), les fournitures, gratuites ou non, de vivres, la durée du séjour dans les stations, enfin le train complet auquel il avait droit.

Pour surveiller l'usage et les abus de ces lettres de poste, les empereurs envoyaient des inspecteurs (*curiosi*), chargés de vérifier et de contrôler ce service et, en même temps, l'entretien des routes. Des peines fort sévères atteignaient les abus, les fraudes et les contraventions aux règlements des courses.

Les charges que pouvaient porter les véhicules (en voyageurs, bagages, sommes d'argent, munitions, etc.) étaient strictement limitées et réglées, comme la force des attelages; on trouve même à cet endroit une loi de Constantin : les *birotæ* pouvaient être attelées de un, deux ou trois chevaux ou mules; les chars à quatre roues, *rhedæ, carpenta* ou *carri,* devaient être traînés par huit chevaux en été, dix en hiver; les *rhedæ* pouvaient recevoir 1,000 livres, les *carri* 600, les *birotæ* 200 : « *Rhedæ mille pondo tantummodò superponi, birotæ du-* « *centa; octo mulæ jungantur ad rhedam æstivo videlicet* « *tempore, hyemali decem; birotis trinas sufficere judica-* « *vimus. Carro sexcentarum nec amplius imponi debet.* »

Les chevaux de selle pouvaient recevoir une surcharge de 30 livres, et les chevaux de bât 100 livres.

Ces limites, extrêmement faibles, s'appliquaient aux seuls transports à grande vitesse; la livre romaine étant de 326 grammes, la charge utile maxima des chars à quatre roues était de 326 kilogrammes pour huit chevaux, soit d'environ 40 kilogrammes par mule ou par cheval, quand nos chevaux de diligences ou d'omnibus traînent au trot des poids utiles qui varient de 5 à 800 kilogrammes; le poids mort devait être énorme. Nous voyons ce qu'absorbaient alors de travail perdu la construction lourde et massive des véhicules, un mauvais système d'attelage, et les déclivités excessives des routes. En supposant qu'on pût quadrupler ces charges pour la petite vitesse, on arrivait encore à des rendements insignifiants; il était presque plus avantageux d'employer des bêtes de somme, ce qu'on fit en effet; on peut calculer, en conséquence, les services importants que dut rendre la navigation, au milieu de conditions pareilles.

Digitized by Google

Du reste, si l'on en juge par les fers des chevaux retrouvés en assez grand nombre dans les fouilles des voies romaines, les bêtes de trait dont on disposait alors, étaient de petite taille et assez faibles ; jusqu'au Ve siècle, ces fers ne pesaient guère que de 90 à 120 grammes; c'étaient des hipposandales, fixées par des courroies et une poche de cuir qui coiffait la sole, ou des fers à branches très-étroites, sans ajusture, fixées par six clous logés dans des étampages, qui produisaient des festons latéraux; ces faibles attaches indiquent bien, ce semble, qu'on n'exigeait pas de ces animaux de bien grands efforts; plus tard, quand les voies de communication prirent plus d'importance, les types s'améliorèrent, et le poids des fers s'éleva à 180 et même 245 grammes; de nos jours, les fers des forts chevaux de roulage pèsent 600, 700 et jusqu'à 1,000 grammes.

Au prix de fortes dépenses, le service des courses rapides romaines, fort bien organisé, fonctionna très-régulièrement; sous Justinien, il s'étendait jusqu'à l'extrême Orient. On faisait ordinairement de cinq à huit postes par jour (100 à 120 kilomètres). On cite toutefois, comme exemple de la célérité qu'on put obtenir, le voyage que fit Tibère pour aller, partant des frontières de la Gaule, remplacer Drusus en Germanie, et dans lequel il parcourut 200 milles (environ 300 kilom.) en vingt-quatre heures, en changeant seulement cinq fois de voiture. On allait d'ordinaire de Rome à Aquilée (800 kilom.) en quatre jours, de Rome à Clunia dans la Tarraconaise (Espagne) (1,300 kilom.) en sept jours, y compris les haltes et les repos.

Il s'établit sur certaines voies des services particuliers, sortes de messageries qui transportèrent aussi les dépêches particulières; César en parle, s'en servit et dit qu'elles faisaient 100 milles (148 kilom.) par jour.

Par la suite, on se relâcha un peu de la sévérité des premiers temps dans la délivrance des *diplomata*, qui s'appelèrent alors *litteræ evectionis;* le droit de les signer fut conféré à plusieurs hauts fonctionnaires; mais les courses rapides restèrent toujours réservées au service de l'empereur, de ses agents et de ses officiers; les frais en furent toujours supportés d'une façon peu équitable, par les pays traversés; Théodoric, le premier,

Digitized by Google

adopta une répartition plus juste de cet impôt d'intérêt général, en le prenant à la charge du Trésor public.

COURSES PESANTES. — ANGARIÆ.

Outre la servitude déjà fort lourde de l'approvisionnement complet des établissements des courses rapides, et les charrois d'ordonnance, le service des *angariæ* comprenait encore des charges plus écrasantes : les cités et les provinces devaient fournir aux mutations et aux mansions les provisions et les vivres nécessaires aux armées en route (1); elles étaient informées d'avance des mouvements de troupes, et elles devaient réunir en temps utile, dans les magasins voisins des mutations, les vivres, fourrages, etc., et, au passage des légions, les ouvriers pour les réparations des armes, des équipements, des équipages militaires. Pendant les voyages de l'empereur ou les tournées des hauts fonctionnaires (consuls, préteurs, gouverneurs), les provinces devaient payer tous les frais de ces personnages et de leur suite, jusqu'aux dépenses ayant pour objet les armes et les habits. Et, pour ce service, tout le monde pouvait être réquisitionné, et dans ses moyens et dans sa personne.

C'est encore à Théodoric que reviendra l'honneur de supprimer ces dures servitudes.

CAMPS ET POSTES FORTIFIÉS.

Dans cet immense appareil de circulation, nous venons de voir ce qui assura la continuité, la facilité et même la commodité des relations; nous devons parler d'un complément important qui en garantit la sécurité, dans l'origine surtout, au milieu de contrées nouvellement soumises et encore frémissantes du joug.

---

(1) Les soldats romains devaient parcourir 20 milles (29^{k},600) en cinq heures au *pas ordinaire*, 24 (35^{k},500) au *pas plein*, avec 30 kilogrammes de charge (quinze jours de vivres, armes, piquets, etc.).

Digitized by Google

A la traversée des anciens territoires simplement alliés, dans les pays qui formèrent successivement les postes avancés de la conquête et qui se trouvèrent un peu *en l'air*, comme on dit, au milieu de peuples hostiles, comme l'Helvétie, la Narbonnaise, la Novempopulanie, l'Armorique, les côtes de la Manche, la Bretagne, l'Afrique, on rencontre souvent les ruines de camps ou de postes fortifiés (*castra stativa* ou *oppida*), disposés le long des routes, sur les hauteurs, aux défilés et aux cols des montagnes, aux passages des rivières, aux croisements des routes, commandant la contrée, et pouvant souvent correspondre entre eux par des signaux; ces ouvrages faisaient partie du système protecteur des voies romaines, dont nous allons parler.

VILLES FORTIFIÉES.

Les villes placées aux points importants de croisement de plusieurs routes étaient d'abord particulièrement fortifiées; elles étaient entourées d'une enceinte continue de 2 à 4 mètres d'épaisseur et de 4 à 10 mètres de hauteur, flanquée de tours ou de bastions ronds ou polygonaux (*propugnacula*), et quelquefois protégée par des fossés inondables, comme :

Tours, Autun, Sens, Lillebonne, Châteaubleau (Seine-et-Marne), Herbault (Loir-et-Cher), Saverne, Bagnères-de-Bigorre, Dax, Bayonne, l'ancienne *Lugdunum Conveniarum* (près de Saint-Girons), dans les Gaules;

Avesnes, Bavay, dans le Gaule belgique;

Alcantara, Léon, Huesca, Tarragone, Barcelone, Lugo, Coïmbre, Braga, Evora, en Espagne;

Coire, Vindonissa, Augst, en Helvétie;

Tenès (*Cartenna*), Médéah (*ad Medias*), Ziama (*Chioba*), Philippeville (*Rusicade*), Bougie (*Saldæ*), Bône (*Hippo*), Constantine (*Cirta*), Sétif (*Sitifis colonia*), Lambessa (*Lambæsis*), Tébessa (*Theveste*), Guelma (*Suthul*), Souk-Harras (*Bagradas*), Tolga, Milianah (*Malliana*), Oued-Tar'ia (*Tigauda municipum*), Aumale (*Auzia*), Sour-Djouab (*Rapidi* ou *Lamida*), en Afrique;

Soli, Corycus, Anazarbe, en Cilicie, dans la province d'Asie.

Digitized by Google

Sur d'autres points, on établissait ensuite des *castra stativa*, des *castella* ou des *oppida*.

CASTRA STATIVA.

Les camps retranchés ou sédentaires affectaient généralement la forme de rectangles ou de parallélogrammes de 150 à 400 mètres sur 300 à 600 mètres de longueur, assez grands, par conséquent, pour offrir un refuge aux populations ou colonies menacées; ils étaient entourés parfois d'un parapet (*vallum*) continu de 4 ou 5 mètres de hauteur, et d'un double ou triple fossé; souvent, on réduisait la surface occupée, et on construisait une enceinte fortifiée avec des murs de 2 à 4 mètres d'épaisseur, flanqués par des tours ou des bastions, sur les angles et sur les faces, et protégés par des fossés de 5 à 10 mètres de largeur. On trouve les ruines de ces camps commandant les routes ou les passages, à Mâcon, à Pau, à Aiguillon, à Lescar, à *Hispalia* (sur la route de Toulouse à Cahors), à Laudun (Gard), à Périgueux, à Gondalou (Tarn-et-Garonne) au confluent du Tescou et du Tescounet, au camp de César (entre Bouchain et Cambrai), sur le plateau de Flaumont, à Jublains (Mayenne), à Longwy et Arlon (Ardennes), à Fains (près de Bar-le-Duc), à Etival (près de Saint-Dié), à Oreil-Maison (près de la Marche, Vosges), à Illfurth et Kuppelsberg (près d'Altkirch).

A cette classe appartenaient les camps gallo-romains des frontières (*limitanea castra*), qu'on rencontre à chaque pas sur les côtes de la Manche, la *rive saxonique des Romains*, défendant contre les incursions des Saxons le rivage et l'entrée des fleuves; ces camps, entourés souvent d'une double enceinte, couronnaient les falaises, et étaient assez vastes pour servir de refuge, comme le camp de Braquemont, qui couvre plus de 55 hectares de superficie. La plupart des villes et bourgs de ce littoral étaient aussi fortifiés, comme : Aumale, Blosseville, Bruneval, Câtelier, Dieppe, Durdent, Eu, Fécamp, Forges-les-Eaux, Foucarmont, Gonfreville, Harfleur, Maulevrier, Quièvrecourt, Roquefort, Tiergeville, Valmont, Varengeville, Vatteville, Veules, Villequier, Yville.

Digitized by Google

Pour les camps retranchés, on peut citer les positions suivantes :

Hague-Dick, Tourlaville, Pepinwast, sur la Saire;

La Butte, Escures, Le Castillon, sur la Drôme;

Saint-Sauveur et Bonfossé, sur la Vère;

Saint-Hélery et Saint-Dizier, sur la Touque;

Sandouville, La Roque, Boudeville, Jumiéges, Duclair, Moulineaux, Bonsecours et Gouy, sur la Seine.

On trouve encore des restes de ces *castra* en Afrique, à Saneg (*Usinaza*), à Tlemcen (*Pomaria*), à Lambessa (*Lambæsis*), à Lella Mar'nia (*Syr*), à Sidi-Ali-ben-Youb (*Albulæ*); en Espagne, à Consuegra (*Consaburum*), etc.

CASTELLA ET OPPIDA.

Les petits camps (*castella*) occupaient des positions moins importantes; leurs dimensions se réduisaient à une largeur de 20 à 50 mètres sur une longueur de 50 à 80 mètres, flanqués encore parfois de tours aux angles et de bastions; suivant la disposition du terrain, ils affectaient par exception la forme de triangles, d'hexagones, etc. Les murs d'enceinte n'avaient parfois que $0^m,80$ à 1 mètre d'épaisseur, et 1 ou 2 mètres de hauteur (pl. IX). Les *oppida* étaient des postes fortifiés de proportions plus réduites encore.

Il reste des ruines de ces *castella* et de ces *oppida* en France :

A Saint-Porquier (près de Castel-Sarrasin), à Larçay (sur la rive gauche du Cher), à Montauban, à Toulvieu, à Nages (Gard), à Murviel (Hérault), à Avignon (sur le rocher des Doms), à Baravan (dans le Vivarais), à Mont-Cassel (Nord), à Montblainville (dans l'Argonne), à Oberlinger (près de Guebwiller), à Kæpfel (près d'Obernai), à Horbourg (*Argentonaria,* près de Colmar), en Alsace.

En Afrique, ces ouvrages étaient multipliés le long des routes, à la façon de nos blockhaus ou *bordj;* on en trouve des restes, souvent fort bien conservés, à Tobna (*Tubuna*), Djelfa, El-Kadra (*Oppidum Novum*), Aïoun-Bessem (*Castellum Auziense*), Oued-Isser, Bordj-Menaïel (*Vasara*), Benian, Kouko

Digitized by Google

(*Turaphilum*), Bordj-Medjana (*Castellum Medianum*), Kseur, Aïn-Beïda, Ksar-Mahdjouba, Announa (*Tibili*).

On rencontre encore des tours isolées chargées de défendre un col ou bien un passage très-resserré, comme la tour des Verrières (près de Pontarlier), celles de Marsoël et de Spinoël à Coire, de Saverne, de Castel-Roussillon, de l'Écluse-Haute au col de Pertus (Pyrénées-Orientales).

Puis, aux extrémités des routes, on barrait l'entrée du territoire, dans ses parties découvertes, par des lignes de défense, comme les grands murs dont nous avons parlé, ou par une série de lignes retranchées, comme celles de Sion-Vaudemont sur la rive gauche de la Moselle, ou en Alsace les *murs païens* de Ribeauvillé, du couvent de Sainte-Odile, près de Barr, et de Frankenberg, près de Schlestadt, construction d'origine celtique, que les Romains ne manquèrent pas d'utiliser.

RÉSEAU DES VOIES ROMAINES.

A partir du IIIe siècle, l'entretien des voies romaines fut abandonné; au milieu de l'anarchie, des luttes, de l'affaiblissement du pouvoir central, et bientôt de l'invasion barbare, les préoccupations se portèrent sur d'autres sujets; quatre ou cinq siècles passèrent sur ces ouvrages, sans qu'on songeât sérieusement à les restaurer; quand Charlemagne tourna ses vues de ce côté, la plus grande partie de ces voies avaient déjà disparu, démolies par les paysans ou enfouies dans le sol; on essaya de reconstruire un réseau nouveau très-imparfait, dont on retrouve quelquefois les tronçons superposés ou juxtaposés aux vieilles voies; depuis lors les derniers restes romains ont achevé de disparaître, et ce n'est qu'à grand'peine, par des recherches patientes, des défrichements, des fouilles et des sondages laborieux, qu'on arrive à les exhumer et à les retracer de nos jours.

En ce qui concerne les Gaules, une Commission, dite de la *Carte des Gaules*, a provoqué l'initiative et le zèle des Commissions et Sociétés savantes des départements, pour ces intéressantes recherches; on a fait une précieuse récolte de renseignements qui, rapportés sur la Carte de l'Etat-major, ont fourni une

Digitized by Google

première édition du réseau des voies gallo-romaines; mais de nombreuses éditions devront suivre, car ce domaine s'enrichit tous les jours de découvertes nouvelles.

Beaucoup de voies ne figurent pas sur les Itinéraires, soit qu'elles aient été omises par eux, comme voies provinciales ou vicinales, soit qu'elles leur aient été postérieures, et nous ne pouvons espérer en avoir de longtemps la nomenclature complète.

S'il est possible de généraliser ce qui se passa en Gaule et d'admettre les mêmes proportions pour toutes les autres provinces, nous verrons que ces anciens documents ne contiennent que le tableau des grandes voies, et devraient être augmentés d'un ensemble considérable de voies vicinales ou provinciales, qui constituèrent tout à côté un réseau fort important par son étendue et les services qu'il dut rendre; on connaît ainsi, pour la Gaule seule, un réseau de plus de 22,000 kilomètres de routes, alors qu'elle ne figure dans le relevé d'Antonin que pour 13,800 kilomètres. Et dans ce relevé n'entre que la très-faible partie des voies vicinales qu'on a pu jusqu'ici reconnaître (1).

RÉSEAU DE L'ITALIE.

D'après les Itinéraires, vingt voies militaires partaient de Rome par quatorze portes principales, et détachaient sur des points intermédiaires vingt-sept embranchements. En allant du nord au sud par l'est, nous trouvons successivement ces vingt voies :

I. La *voie Flaminienne* fut une des trois premières grandes voies construites, et commencée par le censeur C. Flaminius Nepos, en — 221; elle partait de la Porte du Peuple, passait par le pont *Milvius*, Otricoli (*Ocricli*), Narni (*Narna*), Terni (*Interamna*), Bevagna (*Mevania*), Spolète (*Spoletum*), Nocera (*Nuceria*), Fossombrone (*Forum Sempronii*), Fano et Rimini (*Ariminium*), et allait ensuite à Aquilée; elle était pavée en

(1) Nous rappelons encore que les *voies vicinales* romaines correspondaient à nos routes départementales; c'étaient les *voies agraires* qui représentaient nos chemins vicinaux de moyenne et petite communication.

Digitized by Google

lave dure, et franchissait le faîte des Apennins, près de Fossombrone, par le tunnel dans le roc, appelé le *Passo del Furlo;* on retrouve des restes de cette voie à Saint-Oreste, à Castelnuovo, et à Civita-Castellana.

Elle avait neuf embranchements :

1° *Voie Emilienne* (*via Æmilia*), construite en — 187 par Æmilius Lepidus ; elle passait par Rimini, Bologne, Reggio, Parme, Plaisance, Milan, et revenait vers l'est par Bergame, Brescia, Vérone, Vicence, Padoue et Aquilée; le chemin de fer la côtoie entre Parme et Plaisance;

2° *Voie Cassienne* (*via Cassia*), entreprise en — 154 par les censeurs Cassius Longinus et Valerius Messala; elle allait du Ponte-Molle (Pont *Milvius*) à Modène par Véies, Sutri, Bolsena, Sienne, Florence et Lucques ;

3° *Voie Claudienne* (*via Claudia*), variante de la précédente, entre Florence et Lucques, par Pistoja ;

4° *Voie Annienne,* conduisant à *Berinson;*

5° *Voie Augustane,* allant aux *Cailloux de Cérès* (?);

6° *Voie Cimine,* se dirigeant sur Viterbe;

7° *Voie Amérine,* menant à Amélia (*Ameria*) ;

8° *Voie Sempronienne,* gagnant Foligno;

9° *Voie Portumienne,* tendant vers la Gaule.

II. La *voie Salaria* partait de la porte *Salaria* et se dirigeait au nord vers l'Adriatique par Fidènes, Cures (*Vicus Novus*), Rieti (*Reate*), Ascoli (*Asculum*), Tronto (*Castrum Trentinum*) et Giulanova (*Castrum Novum*).

Elle passait l'Anio au pont Salaro.

Elle avait deux embranchements, les voies *Quintienne* et *Junienne.*

III. La *voie Nomentane,* de la porte Viminale, tendait, vers le nord-est, à *Nomentum.*

IV-V. Les *voies Gabienne* et *Tiburtine* conduisaient toutes les deux à Tivoli (*Tibur*).

VI. La *voie Collatine* se dirigeait vers l'est.

VII. La *voie Prénestine* allait, vers l'est-sud-est, à Bénévent, par Palestrina (*Preneste*), Anagni (*Compitum*), Frosinone, Atina, Venafro, Alise et Telèse. On en retrouve des restes à Palestrina.

Digitized by Google

VIII. La *voie Lavicane* partait de la Porte Maggiore actuelle, passait entre les aqueducs *Claudia* et *Marcia*, et conduisait à Bénévent, en rejoignant la voie précédente à Anagni par Compatri.

IX. La *voie Latine* allait par Ferentino, Frosinone (*Forusinum*), Falvoterra, Aquino, Ponte-Corvo, Teano, rejoindre la voie Appienne près de Capoue; elle avait comme embranchement la *voie Tusculane*.

X. La *voie Valérienne* portait le nom de *voie Tiburtine* jusqu'à Tivoli (*Tibur*), puis elle se rendait à Andria par Vicovaro et Ascoli. Cette voie passait l'Anio au pont Mammolo, puis au pont Lucano.

XI. La *voie Appienne* fut construite une des premières, en — 312, par le censeur Appius Claudius Cæcus; elle se dirigeait, à partir de la Porte San-Sebastiano actuelle, à travers les marais Pontins, sur Aricie, Terracine, Capoue, Bénévent, Vénuse, Tarente, et se prolongeait sur Brindes (*Brundusium*) par Albano; elle avait 380 milles (559 kil.) de longueur, était pavée sur $4^{m},44$ de largeur, et présentait trois alignements raccordés par des courbes de 4,000 mètres de rayon. On rencontrait sur son parcours des remblais de 28 kil. de longueur, de grands ponts, et, à Aricie, un viaduc de 227 mètres de longueur sur $12^{m},60$ de largeur et 13 mètres de hauteur moyenne. De 1850 à 1853, des fouilles importantes ont été faites par Canina, et en ont fait retrouver de grands tronçons entre Rome et Albano, à Aricie et près de Naples.

Elle avait trois embranchements :

1° *Voie Trajane*, de Bénévent à Brindes;

2° *Voie Numicia*, qui fut une variante de la voie Appienne;

3° *Voie Settina*, qui partait de Sezza.

XII. La *voie Ardéatine* était un véritable embranchement de la voie Appienne, qui rejoignait *Ardea*.

XIII. La *voie Campane* allait dans la Terre de Labour.

XIV. La *voie Laurentine* se dirigeait sur Torre di Paterno (*Laurentium*).

Ces trois voies et la suivante quittaient Rome à la Porte Saint-Paul.

Digitized by Google

XV. La *voie Ostiense* menait de Rome au vieux port d'Ostie.

XVI. La *voie Portuense* ou *Navale* allait de Rome à Ostie (port de Trajan); elle était divisée longitudinalement en deux voies par un mur de 0m,30 de hauteur.

XVII. La *voie Vitellienne* partait de la Porte Janicule.

XVIII. La *voie Aurélienne* était une des plus grandes voies militaires; elle fut entreprise la deuxième, en —242, par un simple particulier, dit-on, Caïus Aurelius Cotta, et conduisait de Rome à Arles par la Ligurie et le littoral de la Méditerranée, après un trajet de près de 900 kilomètres. Elle passait par Volterra, Pise, Livourne, Recco, Gênes, Albenga, Vintimille, Menton, l'embouchure du Var (*Varus flumen*) ou Saint-Laurent-sur-le-Var, Antibes (*Antipolis*), la Napoule (*ad Horrea*), Fréjus (*Forum Julii*), Châteauneuf (*Forum Voconii*), Gabasse (*Matavonium*), Brignoles, Tourves (*ad Turrem*), la Grande-Peygère (*Tegulata*), Aix (*Aquæ Sextiæ*), les Récassiers (*Pisavis*), Salon, Lamanon, Aureille (*Teritiæ*), Saint-Remy (*Glanum*), Saint-Gabriel (*Ernaginum*) et Arles (*Arelates*).

On en retrouve assez régulièrement la trace, surtout en Italie, à des ruines de ponts entre Civita-Vecchia et Torre-Flavio; on la suit à des vestiges apparents, notamment à Menton et à Fréjus, et à d'anciennes bornes milliaires qui la jalonnent; on retrouve quatorze bornes de Monaco à Puget (près de Fréjus), huit autres de ce point à Aix, puis d'autres dans la Crau; ces bornes portent les noms d'Auguste, de Tibère, de Néron, d'Antonin et de Constantin, qui ont dû faire exécuter successivement des travaux sur cette voie; une partie de voie sert encore entre Brignoles et Saint-Maximin.

XIX. *Voie Cornélienne.*

XX. La *voie Triomphale* partait de la Porte Septimienne; c'était un grand boulevard par lequel rentraient dans Rome les armées victorieuses.

Il y avait encore d'autres voies, variantes ou embranchements des précédentes, comme les voies *Tiberina, Cesarina, Palombaria*, etc., qui desservaient les environs de Rome ou des villes écartées des grandes voies.

Toutes ces voies rayonnaient autour de la ville, jusqu'à une

Digitized by Google

assez grande distance, comme autant d'avenues magnifiques, bordées de temples, de mausolées, de tombeaux, de statues, qui faisaient un accès monumental à la capitale de l'empire.

PASSAGES DES ALPES.

Presque tous les principaux cols des Alpes fréquentés de nos jours livrèrent passage à des voies romaines, qui relièrent la Gaule transalpine, l'Helvétie, la Vindélicie, la Rhétie, la Norique et la Pannonie à l'Italie et à Rome.

Il est intéressant de retrouver ces routes et de les retracer à l'aide des Itinéraires, des Tables de Peutinger ou de quelques restes exhumés.

1° ALPES MARITIMES.

Par le littoral de la Rivière de Gênes et les *Alpes Maritimes*, se développait la voie Aurélienne, dont nous avons indiqué les principaux points de passage.

2° ALPES COTTIENNES OU MONT GENÈVRE.

Une voie de *Milan* (1) *à Arles*, par les *Alpes Cottiennes*, remontait la Doire-Ripaire, franchissait le col du Mont Genèvre (*Janus mons*, altitude : 1,915 mètres), et descendait par les vallées de la Durance et du bas Rhône; on l'appelait la *voie d'Hercule*. Elle fut construite, en —75, par le consul Fronteius.

Elle passait par Pavie-sur-Tessin (*Ticinum*), Laumello

---

(1) Milan, point de départ d'un grand nombre de voies, et capitale de la Gaule cisalpine, fut une ville très-importante et très-forte :

« .... *tum duplice muro*
« *Amplificata loci species.....*
« *Mœniaque in valli formam circumdata labro.* »

(AUSONE.)

Digitized by Google

(*Laumellum*), Cozzo (*Cottias*), Verceil (*Vergellis*), Ivrée (*Eporedia*), Turin (*Augusta Taurinorum*), Orbassano, Trana, Avigliana (*Ocelum*), Saint-Ambroise (*Fines*), Suse (*Segusio*), Oulx (*ad Martis*), Cézanne (*Cæsaone*), Briançon (*Brigantio*), Rame, Mont-Dauphin, Saint-Clément, Embrun (*Eburodunum*), Chorges (*Caturigomagus*), la Bâtie-Neuve (*Iciodurum*), Gap (*Vapincum*), (*Alarante*), le Monestier (*Alamonte*), Sisteron (*Segustero*), Notre-Dame-des-Anges (*Alaunium*), Forcalquier, les Roquettes (*Catuiaca*), Apt (*Apta Julia*), Notre-Dame-des-Lumières (*Fines*), Cavaillon (*Cabellio*), Saint-Remy (*Glanum*), Saint-Gabriel (*Ernaginum*), Arles (*Arelates*).

On la retrouve assez nettement de Turin jusqu'auprès de Sisteron, où se rencontre la grande tranchée de Posthamus Dardanus, puis d'Apt à Notre-Dame-des-Lumières; dans ce trajet se trouve le pont Julian, sur le Caulon.

Il est probable que Pompée suivit cette voie plutôt que celle du Mont Cenis.

De cette ligne se détachaient plusieurs embranchements :

1° De *Gap à Valence*, par Veyne, la Bâtie-Mont-Saléon (*Mons Seleucus*), (*Vologatis*), Luc (*Lucus Augusti*), Die (*Dea Vocontiorum*), Pontaix, Saillans (*Darantiaca*), Aouste (*Augusta*), Montoison (*Cerebelliaca*), Valence (*Valentia*). On suit assez bien cette route de Gap à la Bâtie, et de Luc à Aouste; on retrouve, entre Saillans et Aouste, des remblais soutenus par des murs en moellons piqués et par des contreforts.

2° De *Briançon à Vienne* (*Vienna*), par Vallouse, Champoléon, Saint-Bonnet, la vallée du Drac, Corps (*Stabatione*), La Mure (*Durotincum*), Peliche (*Belloscetum* ou *Melloscetum*), Vizille (*Catorissium*), Eybens, Grenoble (*Cularo*), Voreppe, Moirans (*Morginnum*), Rives, Brezins, Ornacieux (*Turecionnum*), Vienne.

A ce tracé donné par la *Carte des Gaules* et dont on ne trouve des vestiges qu'entre Grenoble et Vizille, tronçon commun à cette voie et à la variante suivante, on pourrait en opposer un autre par Briançon, La Salle, Le Monêtier, le col de Lautaret, la vallée de la Romanche, La Grave, le Bourg-d'Oisans et Vizille; on retrouve des traces visibles de cette voie aux Sables, près du Bourg-d'Oisans, avec des ornières dans le

Digitized by Google

gneiss, et une vieille porte de construction romaine assez bien conservée, qui barre le défilé, pour défendre le passage ou assurer la perception d'un péage, porte tout à fait semblable à une autre qu'on rencontre à Aoste, en descendant du Saint-Bernard. La présence de cet ouvrage rend le dernier tracé très-probable, et, s'il a coexisté avec l'autre, elle semble lui donner l'importance principale.

Cette voie, la plus courte de toutes, fut suivie par César, se portant, en —58, contre la Gaule soulevée.

Cette voie se reliait à la précédente par un raccordement qui allait de Saint-Bonnet à Luc par La Cluse (*Germinas*).

3° Un troisième embranchement, partant de Saint-Gabriel (*Ernaginum*), se dirigeait sur Tarascon (*Ugernum*).

Plus au nord, il y eut deux passages, l'un par les *Alpes Graies* ou le Petit-Saint-Bernard, praticable aux voitures, et peut-être suivi par Annibal, quoiqu'une autre version le fasse remonter la Durance, franchir le pas de Pontis, près de Barcelonnette, et le plan de Giajolo; et qu'une autre, tendant à s'accréditer, lui fasse passer le Mont Cenis; et le second passage, par les *Alpes Pennines* ou le Grand-Saint-Bernard, très-rude et seulement praticable aux piétons, au dire de Strabon, mais qui, amélioré par Auguste, devint le chemin suivi par les armées qui se rendaient en Helvétie, dans la Gaule septentrionale ou la Germanie.

3° ALPES GRAIES OU GRECQUES OU PETIT-SAINT-BERNARD.

Une voie de *Milan à Vienne* remontait la Doire-Baltée, passait le Petit Saint-Bernard (altitude : 2,172 mètres), redescendait le val Tarantaise et la vallée du Guier.

De Milan, elle touchait à Novare, Verceil, Santhia, Viveronne, Ivrée (*Eporedia*), Verrès (*Vitricium*), Aoste (*Augusta Prætoria*), Giorgen (*Arebrigium*), Courmayeur, La Thuile (*Ariolica*), le Petit-Saint-Bernard (*in Alpe Graiâ*), Séez, Bourg-Saint-Maurice (*Bergintrum*), Bellentre, Aixme (*Axina*), Moutiers (*Darantasia*), Grand-Cœur, Fessons, La Roche-Cévins, La Bathie (*Obilonum*), Albertville (*ad Publicanos*), Gilly, Saint-

Digitized by Google

Vital, Grésy, Saint-Pierre-d'Albigny (*Mantala*), Montmeillan, Trivier, Chambéry (*Lemincum*), Saint-Thibaud-de-Couz, Les Echelles (*Lavisco*), Pont-de-Beauvoisin, Aoste (*Augustum*), Cessieu, Bourgoin (*Bergusium*), *Vienne*.

Cette voie a été reconnue sur son parcours presque tout entier. C'était un tronçon de la grande voie de Milan à Lyon et à Boulogne, la plus longue de toutes (914 milles ou 1,350 kilomètres); sur son parcours, on rencontre des vestiges de constructions romaines au Belvédère, près de l'Hospice (temple de briques), une colonnade et le cirque dit *d'Annibal*.

1° Cette voie détachait un embranchement direct de *Chambéry sur Lyon*, par la vallée du Rhône.

2° D'*Albertville*, un autre embranchement gagnait *Strasbourg*, par Ugine (*Casuaria*), Marlens, Faverges, Menthon, Annecy-le-Vieux (*Bantas*), Cruseilles, Saint-Julien, Genève (*Cenabum* ou *Genava*), Coppet, Nyon (*Colonia Equestris*), Rolle, Morges, Lausanne (*Lacus Lausanius*), Gollion, Cossonay, La Sarraz, Orbe (*Urba*), Baulmes, Sainte-Croix, Les Fourgs, Pontarlier (*Ariolica*), Vuillecin, La Moletière, Nods, Besançon (*Visontium*), Rans (*Velatudurum*), Mandeure (*Epamantadurum*), Granvillars (*Gramatum*), Largitzen (*Larga*), Rixheim (*Uruncis*), Brisach (*Mons Brisiacus*), Ehl (*Elcebum*), Strasbourg (*Argentorate*).

Cette voie a été retrouvée sur la majeure partie de son développement, notamment à Vich (voie de l'Etraz), puis près d'Annecy, à Pontarlier, à La Chaux-d'Arliez, à Seppois-le-Haut (Haut-Rhin), et reconnue à des ruines de vieux ponts.

Cette voie envoyait un embranchement de Lausanne sur Vevey, par Cully, et un autre de Genève sur les lignes précédentes, de Chambéry à Lyon et de Milan à Vienne, par Saint-Julien, Frangy, Seyssel (*Condate*), Vions, Yenne (*Etanna*), Saint-Genis et Aoste.

MONT CENIS.

Entre les deux grandes voies du Mont Genèvre et du Petit-Saint-Bernard, le passage du Mont Cenis (*Mons Cenisius*), un des plus bas de la chaîne (1,570 mètres), ne put manquer d'être connu; Asdrubal le franchit; il fut délaissé pourtant, et ne

Digitized by Google

devint très-fréquenté que vers le milieu du VIIIe siècle, où l'on en fit la *Strada romana*, le meilleur passage entre la vallée du Rhône et celle du Pô.

4° ALPES PENNINES OU GRAND-SAINT-BERNARD.

Par les *Alpes Pennines* ou le Grand-Saint-Bernard, passait la voie de *Milan à Mayence*, qui remontait la Doire-Baltée et, redescendant par les vallées d'Entremont et du Rhône, gagnait la Sarine, l'Aar et le Rhin. Son itinéraire était : Milan, Novare, Verceil, Verrès, Aoste, le Grand-Saint-Bernard (*in Summo Pennino*), Orsières, Martigny (*Octodurus*), Massonger (*Tarnajas*), Villeneuve (*Pennelocus*), Vevey (*Vivisco*), Oron-la-Ville, Promazens (*Bromagum*), Moudon (*Minnidunum*), Granges, Payerne, Avenches (*Aventicum Helvetorum*), Morat, Aarberg, Lyss (*Penestica*), Büren, Soleure (*Salodurum*), Kaiser-Augst (*Augusta Rauracorum*), Kemps (*Cambetes*), Ottmarsheim (*Stabulis*), Artzenheim, Horbourg (*Argentonaria*), Ehl (*Elcebum*), Strasbourg (*Argentorate*), Seltz (*Saletio*), Rhein-Zabern (*Tabernæ*), Spire (*Noviomagus*), Worms (*Borbitomagus*), Oppenheim (*Bauconica*), Mayence (*Maguntiacum*).

A Augst, se raccordait une autre voie de *Bregenz à Strasbourg;* de Worms, un embranchement gagnait Coblentz et Bonn; de Mayence, la voie se poursuivait jusqu'à Trèves.

Cette voie a été retrouvée à peu près en totalité; elle présente des restes intéressants : le pont et la porte d'Aoste, avec une chaussée en remblai de 3 mètres de largeur sur 12 à 15 mètres d'élévation; la station militaire, près du Plan-de-Jupiter, au sommet des Alpes; le pont de la Broye, près de Moudon; des restes à Promazens, Soleure, Chiètres, Kalnach, Seltz; des bornes milliaires à Bourg-Saint-Pierre (au Mont Joux), à Glérolles (près d'Avenches), à Schelestadt.

5° ALPES HELVÉTIQUES OU LÉPONTIENNES. — SIMPLON.

Le Simplon, dans les *Alpes Helvétiques*, fut également pratiqué; en — 117, Manlius et Servilius Cœpio le passèrent pour

Digitized by Google

marcher contre les Cimbres, en suivant le Lac Majeur, la Toce, la Devéria, puis la Saltine et le Rhône.

On a pu penser qu'une voie fut tracée par ce col, d'après l'existence d'une borne milliaire trouvée à Borgo, près de Domo-d'Ossola, avec cette inscription : *Hic iter Cæsaris.*

SAINT-GOTHARD.

Les Itinéraires ne font pas plus mention des passages par le Saint-Gothard (*Adulus mons*) et par le Lukmanier que par le Mont Cenis et par le Simplon. On n'a retrouvé, sur le parcours des deux premiers, ni constructions, ni bornes, ni temples, ni colonnes qui indiquassent des voies fréquentées. Pourtant le passage du Saint-Gothard était connu : César en parle pour la traversée d'Italie en Helvétie, en l'appelant *summæ Alpes,* les Alpes les plus hautes ; la cote du col est en effet 2,170 mètres ; il décrit même, dans cette traversée, deux passages particulièrement mauvais, le *pons Tremulus* sur le Tessin, dans ce que nous appelons encore le *val Tremola,* et le *pont du Diable* sur l'affluent *Ursa,* dont la vallée porte actuellement le nom *d'Urseren;* et les deux points répondent parfaitement à la description des *Commentaires.*

LUKMANIER.

On trouve des indications moins précises à l'endroit du Lukmanier.

Dans les *Alpes Rhétiques,* on reconnaît des voies indiquées, quoique un peu vaguement, par le Splügen, appelé *Speluca Ursler*, et le San-Bernardino.

6° ALPES RHÉTIQUES. — SPLÜGEN.

La voie par le Splügen suivait la vallée de la Maira, le val San-Giacomo, et rejoignait, par la *Via Mala*, la vallée du Rhin postérieur.

Digitized by Google

La route était marquée comme il suit, dans les Itinéraires : Milan (*Mediolanum*), Lac de Côme (*ad Lacum Comum*), Nizzo (*ad Lacum Comacenum*), Chiavenne (*Clavenna*), Mont Splügen (*Tarvesseda*), Pucerello (*Cunu Aureu*), Cresta (*Lapidaria*), Coire (*Curia Rhetorum*).

On a retrouvé, entre Thusis et le col, dans la Via Mala, le long du Heinzenberg, des restes considérables de cette voie, de 6 pieds de largeur (2m,00), taillés dans le rocher, avec des pentes de 0m,12 à 0m,14 par mètre; elle franchissait la Nolla près de Thusis, remontait le Dürrenwald, la vallée de Schams, et passait au village de Splügen.

SAINT-BERNARDIN.

Une variante de cette route franchissait le Saint-Bernardin, en déviant à Bellinzona par le val Mesocca, pour déboucher, au delà du col, dans la Via Mala. On peut en voir des tronçons de 1m,70 à 2m,00 de largeur, et, près des sources du Rhin, on aperçoit les ruines d'un temple romain en briques, dédié aux nymphes du fleuve.

7° ALPES DES GRISONS.

Entre Coire et Côme, dans le groupe des *Alpes des Grisons*, on trouve deux autres voies, notées dans les Itinéraires :

SEPTIMER.

1° Par le Septimer (*Septimus mons*), en remontant, de Chiavenne, la vallée de la Maira, et redescendant celle de l'Oberhabstein : de Milan à Côme (*Comum*), Somolico (*Summus lacus*), Maira (*Murum*), Tinzen ou Tennezone (*Tinnetio*), *Coire*.

Sur cette voie, on rencontre encore, près de Casaccia, des tronçons de chaussée pavée à l'appareil romain.

Digitized by Google

MONT JULIER.

2° Une autre voie passait aussi par Chiavenne, la vallée de la Maira, le plateau de Maloggia, le Mont Julier et la vallée de l'Albula.

On a retrouvé à Tiefenkasten les restes d'un poste fortifié (*Ima castra*), chargé de défendre le pont de l'Albula, et, en 1786, deux caisses en bronze remplies de médailles romaines; puis, à Vedutta, dix colonnes en pierre, et, près du lac de Julier, deux autres colonnes de granit appelées *colonnes Juliennes;* le passage au col de Julier était réputé le moins exposé aux avalanches et le plus tôt débarrassé des neiges.

Du plateau de Maloggia, un embranchement descendait à Ponte, dans la Haute-Engadine, et de là, par la vallée de l'Inn, gagnait la Vindélicie et la Pannonie.

De Coire, ou de Tiefenkasten, un raccordement, remontant la vallée et le col de l'Albula, par Bergün (où se retrouvent les restes d'une chaussée romaine), rejoignait à Ponte cette voie de l'Engadine.

De *Coire*, la voie se prolongeait sur *Strasbourg* et *Mayence* par Liziers, Maienfeld (*Magia*), Vaduz, Altenstadt (*Clunia*), Dornbirn, Bregenz (*Brigantia*), Rheinek, Arbon (*Arbor Felix*), Kesswyl, Constance, Waldi, Pfyn (*ad Fines*), Frauenfeld, Winterthür (*Vitodurus*), Kloten, Baden (*Aquæ Helvetiorum*), Windish (*Vindonissa*), Hornussen, Stein, Rheinfelden, Kaiser-Augst, Bâle (*Arialbinum*), Kembs (*Cambete*), Ottmarsheim (*Stabulis*), Brisach (*Mons Brisiacus*), Artzenheim, Horbourg (*Argentonaria*), Ehl (*Helellum*), Plobsheim, *Strasbourg* (*Argentorate*), Brumath (*Brocomagus*), Schirrheim, Seltz (*Saletio*), Rhein-Zabern (*Tabernæ*), Spire (*Noviomagus*), Müllestadt, Worms (*Borbitomagus*), Oppenheim (*Bonconica*), Rodenheim, *Mayence*.

Une variante joignait Brumath à Rhein-Zabern, par Haguenau, Wœrth et Altenstadt (*Concordia*).

Cette voie a été reconnue sur la plus grande partie de son parcours, notamment de Brisach à Strasbourg, à Ley-Hübel.

De *Bregenz*, un embranchement se dirigeait par Kempten

Digitized by Google

(*Campodunum*), Etringen (*Guntia*), sur *Augsbourg* (*Augusta Vindelicorum*), d'un côté, et sur *Ulm* de l'autre.

De Windish, cette voie se reliait à Soleure et à la voie de Milan à Mayence par le Grand-Saint-Bernard.

De Strasbourg, un embranchement gagnait *Trèves* (*Treveri*) par Saverne, Dieuze et Metz. De Trèves, la ligne se prolongeait sur Coblentz (*Confluentibus*), Cologne (*Colonia Agrippina*), Neuss (*Novesiæ*), Kellen (*Colonia Trajana*), Nimègue (*Noviomagus*), Utrecht (*Trajectus*), Leyde (*Lugdunum Batavorum*), et passait le Rhin à Hervelt (*Castra Herculis*).

8° ALPES NORIQUES. — BRENNER.

Par les *Alpes Noriques*, les Itinéraires indiquent une voie qui, de Vérone, remontait la vallée de l'Etsch, puis celle de l'Eisak, passait le col du Brenner et redescendait par la vallée de la Wipp dans celle de l'Inn, puis dans celle du Lech. Cette route passait, de Mantoue, par Vérone (*Palatia*), Trento (*Tridento*), (*Endidæ*), (*Sublavione*), (*Vipiteno*), (*Veldidena*), (*Partano*) et *Augsbourg* (*Augusta Vindelicorum*).

9° ALPES CARNIQUES.

D'autres voies regagnaient la Pannonie, en partant d'*Aquilée* (aujourd'hui Aquileja, ville ruinée, au nord de l'Adriatique) : l'une, par les vallées de l'Isonzo, de la Drave et du Mur ou de l'Enns ; l'autre, par la Piave, la Drave et le Mur. D'Aquilée, sortait encore une voie qui se rendait à Trieste (*Tergiste*) ; là, elle bifurquait et détachait un premier embranchement, la *voie Egnatia*, qui, par l'Istrie, l'Illyrie et la Macédoine, par Pola, Durrazzo (*Epidamnus*), Apollonie (*Polina*), Héraclée (*Erekli*), Edesse (*Edissa*), Thessalonique (*Salonique*), gagnait Byzance et l'Hellespont, en passant la Maritza, après un parcours total d'environ 1,650 kilomètres.

De Trieste, une seconde voie, faite par Trajan, gagnait, à Laibach, la vallée de la Save, qu'elle descendait par Mitrovitz,

Digitized by Google

Schabatz (*Sirmium*) jusqu'à Belgrade ; puis elle longeait le Danube, passait aux Portes-de-Fer et suivait le fleuve jusqu'à ses embouchures ; par un embranchement, elle gagnait Andrinople et *Bysance*.

La Gaule était mise en communication directe avec le Pont-Euxin, par un raccordement qui reliait la voie de *Bregenz à Augsbourg* à la voie de Trajan vers Belgrade, en suivant le cours du Danube supérieur.

Les Tables de Peutinger nous représentent en outre un réseau très-important couvrant de ses mailles serrées la Vindélicie, la Norique, la Pannonie, la Macédoine et la Thrace.

VOIES DE L'HELVÉTIE.

Outre les grandes voies militaires qui sillonnaient le sol des Helvètes, on a retrouvé quelques voies secondaires, dont les principales sont :

De Windish à Seengen ;
De Baden à Winterthür ;
De Baden à Zurich ;
De Zurich à Utznacht, Wesen, Wallenstadt et Maienfeld ;
De Zurich à Altstetten et à Rheineck ;
De Zurich à Knonau ;
De Zurich à Kloten et Eglisau ;
De Lausanne à Cossonnay, Yverdon, Grandson, Boudry, Neufchâtel et Morat ;
De Cossonnay à Morges, Vich et Gex ;
De Genève, sur la rive gauche du lac, à Hermance et Messeri ;
De Nyon au col de Saint-Cergues, Mollens, L'Isle, Euvy et Orbe.

VOIES DE LA GAULE.

Le réseau des voies gallo-romaines, mieux connu que les autres, mérite de fixer longuement notre attention. L'état des

Digitized by Google

voies de communication d'un pays peut donner une mesure exacte de sa prospérité, et comme un reflet des habitudes de son peuple; à ce titre, il est intéressant de se retrouver en face des origines politiques et commerciales de notre patrie, de connaître ses points de départ historiques, et de surprendre en quelque sorte certains côtés de la vie publique de nos pères.

Au moment de la conquête, les Romains durent trouver un réseau gaulois peut-être assez important; mais ce réseau était essentiellement local; il se composait de petits chemins très-étroits, d'un mètre de largeur au plus, comme ceux qu'on retrouve aux abords des vieilles places de guerre ruinées, comme Gergovie, Alise, *Uxellodunum*, etc.; ces voies, encaissées dans le sol, tortueuses, ne pouvaient servir pour une circulation très-active; elles suffisaient aux besoins de la vie locale, car les relations de peuple à peuple, de ville à ville n'existaient pas; nous pourrions le conclure de cet état des choses, si nous ne savions, d'ailleurs, que la Gaule, plus grande d'un quart que la France actuelle, habitée par 5 ou 6 millions d'hommes (1), se composait de 3 ou 400 peuplades, de 3 ou 400 petits États, tous ennemis les uns des autres, divisés contre eux-mêmes, en état de guerre perpétuelle, à l'intérieur ou à l'extérieur.

La viabilité d'intérêt commun ou général, comme nous pourrions dire, avait dû être absolument négligée au milieu de ces stériles préoccupations; de plus, les véhicules gaulois avaient des dimensions très-réduites : d'après les traces laissées sur la chaussée ou sur les parois des tranchées, on a pu conclure que l'écartement des roues dans les chars gaulois variait de $0^m,89$ à $1^m,06$, près de Senlis, au maximum de $1^m,20$ à $1^m,27$; les roues avaient $0^m,95$ de diamètre, $0^m,04$ à $0^m,05$ d'épaisseur de jante, et des moyeux peu saillants de $0^m,24$ de diamètre.

Les Romains avaient une voie plus large et attelaient jusqu'à huit et dix chevaux, par deux ou trois de front; les chemins gaulois, étroits et tortueux, ne pouvaient en aucune façon leur

(1) C'est l'évaluation de César; sous l'Empire, d'après les capitations et les consommations, on estimait la population de la Gaule à 10,617,000 habitants.

Digitized by Google

suffire; ils voulaient, du reste, des chemins réguliers, très-bombés, plus uniformément praticables; ils durent se résoudre à reprendre toute la viabilité gauloise et à constituer, ou faire constituer, de toutes pièces le réseau dont nous allons nous occuper.

La Commission chargée de reconstituer la *Carte des Gaules*, en appelant à son aide le concours de toutes les Sociétés archéologiques de France, a pu réunir des éléments assez complets, pour publier, dès 1862, une première édition de son œuvre; mais nul pays n'a plus que le nôtre le souci de ses origines historiques; les recherches ne s'arrêtent pas; tous les jours de nouvelles découvertes viennent s'ajouter aux anciennes; le champ des investigations semble même s'agrandir à chaque pas; nous ne sommes donc pas près de pouvoir arrêter un inventaire définitif. Quoi qu'il en soit, nous sommes en état de dresser déjà une situation provisoire des voies gallo-romaines, et, telle quelle, elle nous donnera une haute opinion du travail de nos ancêtres; les Itinéraires, les recherches sur le terrain, les fouilles ont révélé déjà l'existence de plus de 22,000 kilomètres de voies gallo-romaines, enserrant tout notre territoire!

Nous allons essayer de retracer ce réseau, sinon en marquant les points précis des passages, qui sont parfois controversés, au moins en jalonnant à grands traits les directions les plus certaines ou les plus probables. Dans ce réseau, nous comprendrons, outre les voies militaires, les voies *vicinales*, qui ne figurent pas dans les Itinéraires et qui ont été reconnues sur le terrain. Ces dernières, moins bien construites, n'ont pas toujours résisté à la ruine et se retrouvent assez difficilement; il est à craindre que nous ne réussissions pas à en retrouver le système complet. Nous adjoindrons encore à cette catégorie quelques voies *per compendium*, de raccourci, rectifications entreprises, quand la circulation fut devenue très-active.

Rappelons que nous pouvons, avec justice, faire honneur à nos pères, les Gaulois, d'une très-large part de ces immenses travaux, moindre cependant pour les voies que pour les autres ouvrages exécutés sur leur sol; quand la conquête fut achevée, que les municipalités furent constituées, comme nous l'avons expliqué antérieurement, les travaux publics furent en-

Digitized by Google

trepris, exécutés et entretenus, à l'instigation sans doute des gouverneurs et autres agents de Rome, mais aux frais des municipalités, avec les contributions, les corvées et les prestations en argent ou en nature des populations. Les grandes voies militaires échappèrent en principe à cette règle pour leur construction; mais, en pays conquis, les corvées et les réquisitions firent bien pour la plus large part les frais du travail; quant à l'entretien et à l'exécution des voies complémentaires, toutes les dépenses retombèrent à la charge des villes gallo-romaines.

Les préoccupations militaires avaient réglé la distribution des premières voies; le plan général en était fort habilement conçu : on accédait d'Italie en Gaule par la mer et les neuf voies praticables que nous avons décrites, reliées entre elles au pied du versant italien par un grand chemin de ronde, de Gênes à Turin, Milan et Aquilée; au delà des Alpes, se développait, comme un autre boulevard extérieur, reliant aussi tous les débouchés de ces routes, et servant de base aux opérations militaires, une grande voie d'Arles, et même de Narbonne, au Rhin et à Strasbourg par Valence, Vienne, Lyon, Châlon et Besançon. De cette voie rayonnaient toutes les lignes qui pouvaient porter le plus directement possible les légions romaines, en Espagne, en Aquitaine, en Armorique, en Belgique, en Bretagne et en Germanie, et tenaient ainsi toute la frontière de l'empire, de Cadix à Leyde; des voies transversales permettaient aussi bien les mouvements des armées des frontières de l'Espagne, de l'Aquitaine ou de l'Armorique au fond de la Belgique, de la Germanie ou de la Pannonie.

La Gaule eut l'heureuse fortune d'être très-favorablement traitée par son vainqueur; en retour, elle accepta sans trop de murmures la loi qui lui était faite, ne tenta jamais de révolte, et s'assimila même bientôt avec enthousiasme la civilisation qui s'offrait à elle. Cette conquête venait une des dernières, en — 50, avant celle de l'Égypte, à une époque où l'approvisionnement de Rome devenait déjà le suprême souci des gouvernants; ceux-ci ne manquèrent pas de reconnaître l'immense parti qu'on pouvait tirer de ce pays, si richement doté par la nature, industrieux, aux mains d'un peuple intelligent, laborieux et infatigable; la Gaule exportait déjà ses blés, ses animaux de bouche-

Digitized by Google

rie, ses laines, des vêtements, les lins des *Cadurci*, les produits des forges du pays d'Othe, des *Bituriges*, des *Petrocorii*, les minerais d'argent des *Ruteni* et des *Gabali*.

Dans la nécessité de drainer tous ces produits au profit de Rome, il est probable que, aussitôt après l'exécution des principales grandes voies stratégiques, on infléchit le réseau dans un sens plus pacifique, du côté des besoins commerciaux, en le combinant heureusement avec le système des voies navigables, ressources plus précieuses encore en ce temps-là que de nos jours. On s'expliquerait difficilement, sans cette circonstance, l'accord parfait qui eût régné entre les nécessités militaires et les intérêts économiques, assez peu habitués à se rencontrer ensemble.

Il en résulta une certaine unité relative dans la création du réseau gallo-romain, unité qui le rend plus intéressant à étudier. Si l'on juge de l'importance des villes et des centres par le nombre des routes qui les desservent, la distribution des voies romaines nous fournira d'utiles enseignements.

Ce n'est point le hasard ni le simple caprice qui ont présidé au choix des emplacements et à la répartition des villes sur le territoire ; il y a des données immuables qui s'imposent à tous les âges, et président à la fondation de toutes les cités : ce sont des circonstances climatériques et météorologiques, des conditions de salubrité et de sécurité, des facilités pour satisfaire les besoins de la vie et les exigences des relations nécessaires ; le voisinage des eaux et des fleuves, des terres fertiles, des moyens de construction a toujours arrêté et fixé les premiers fondateurs. Quand ces avantages ont été réunis en grand nombre, les villes se sont relevées de toutes les ruines, et ont toujours survécu : c'est ce que vérifie l'histoire de vingt siècles. A de très-rares exceptions près, les Romains trouvèrent formés déjà, tout au moins dessinés, tous les centres actuels de population un peu importants ; placées avec une grande justesse de vues et un sentiment exact des conditions éternellement nécessaires, ces villes ont pu voir leurs murs et leurs maisons ruinés et détruits, leurs habitants dispersés par les invasions, les guerres et ces immenses révolutions qui ont bouleversé la surface de la Gaule, on les retrouve

Digitized by Google

toujours, après la tourmente, à peu près à la même place, reprenant leurs habitudes et leur développement un moment interrompus. Elles sont assez rares, les vieilles cités qui ont disparu sans retour : ce sont les places créées dans des conditions exceptionnelles, sans le souci de toutes les exigences ordinaires, comme Alise, Bibracte, Gergovie, *Landunum*, *Uxellodunum*, Châteaubleau, etc., boulevards militaires qui ont dû irrévocablement disparaître avec les changements de frontières.

D'autres centres ont pu, par des circonstances politiques ou matérielles, déchoir de leur ancienne splendeur, comme Arles, Narbonne, Autun, Avrolles, Jublains, Javols, Douarnenez, Blain, Vieux, Bavay, Saint-Bertrand-de-Comminges ; ce sont là des faits particuliers, isolés, comme nous en observons encore tous les jours, à la suite des seules révolutions économiques.

Mais, considérées dans l'ensemble, toutes les choses ont gardé leur valeur relative. Et si nous prenons, comme représentation graphique des situations de notre pays au commencement de notre ère et à l'époque actuelle, les réseaux des voies anciennes et des routes modernes ou des chemins de fer actuels, qu'on les rapproche et qu'on les compare, on reste frappé de la figure commune qu'offrent ces deux diagrammes ; c'est ce que l'on pourrait appeler des figures semblables.

Les vallées sont alors déjà soigneusement reliées entre elles, entre les points où la navigation commence et ceux où elle finit, par des voies de transbordement d'un bassin dans l'autre ; ces voies, dans toutes les grandes vallées, se prolongent latéralement aux fleuves et aux rivières, pour les suppléer dans les temps d'arrêt ou de chômage, ou pour parer aux difficultés de la remonte sur les cours d'eau rapides ; toutes données immuables, auxquelles tous les temps doivent se plier.

Le Nord-Est, comme aujourd'hui, est couvert du même réseau à mailles serrées ; le plateau central est toujours également déshérité ; on ne trouve pas, enfin, une voie romaine sans un grand chemin moderne qui ne suive son tracé.

La similitude est encore plus frappante entre le réseau des voies romaines et celui de nos chemins de fer : d'une longueur totale presque égale, ils semblent calqués l'un sur l'autre ; le

Digitized by Google

réseau des chemins du Midi, entre autres, suit pas à pas les voies de la Novempopulanie et de la Première Narbonnaise.

On a retrouvé déjà plus de 22,500 kilomètres de voies gallo-romaines, sans comprendre les réseaux de la Belgique, de la Hollande et des provinces du Rhin, réunies autrefois à la Gaule, qui présentait une superficie d'un quart plus grande que la France actuelle. Sans parler des *actus*, des *itinera* et des *semitæ*, ce total est encore loin de rassembler toutes les voies militaires et secondaires ; un petit nombre de départements ont fourni leur contingent des voies de ce dernier ordre, qui s'élève parfois pour chacun à 2 ou 300 kilomètres ; il n'est pas douteux que, si l'on parvient à reconstituer pour tous ce réseau secondaire, on n'atteigne un ensemble de 30 et même de 40,000 kilomètres, pour l'ancienne viabilité sur notre sol.

La population de la Gaule, estimée par César à 5 ou 6 millions d'individus, s'éleva sous l'Empire à 10,600,000 habitants, d'après les relevés des capitations ; c'était, pour la part de la France actuelle, environ 8 millions d'âmes. De notre temps, la population a presque quintuplé ; il est intéressant de rechercher le développement du réseau contemporain des routes nationales, départementales et même des chemins de grande communication, parallèle au réseau gaulois, que nous ne pouvons guère évaluer, en escomptant les recherches qui se poursuivent, à moins de 28 ou 30,000 kilomètres.

Le grand réseau moderne des routes de terre comprenait en 1872 :

Routes nationales pavées ou non.	38,200 k.	172,347 k.
— départementales.	48,694 k.	
Chemins de grande communic. .	85,453 k.	

Ce réseau a sextuplé (et plus, en comprenant les voies ferrées) pendant que la population quintuplait, et ce résultat montre que la viabilité et les besoins croissent un peu plus rapidement que la population.

En entrant dans les détails, on retrouve les mêmes analogies que dans l'ensemble. Les points principaux de croisement ou d'embranchement sont alors comme aujourd'hui : Narbonne, Arles, Valence, Lyon, Châlon, Besançon, Strasbourg, Dijon, Langres, Metz, Châlons, Reims, Troyes, Soissons, Arras,

Digitized by Google

Amiens, Rouen, Chartres, Lisieux, Caen, Rennes, Nantes, Angers, Tours, Orléans, Bourges, Decize, Digoin, Roanne, Clermont, Limoges, Poitiers, Périgueux, Bordeaux, Dax, Agen, Montauban, Auch, Toulouse, Montréjeau.

On trouve, comme de nos jours, deux voies de Paris à Angers, de Paris à Bordeaux, une de Paris à Agen et Auch. Le parallèle entre les voies romaines et les voies ferrées est instructif à poursuivre; certaines directions auxquelles on n'a pas encore songé, ou songé seulement dans ces derniers temps, étaient déjà soigneusement desservies : il y avait deux voies de Lyon à Bordeaux, une de Lyon à Nantes, une de Lyon à Besançon par le pied du Jura; il existait une voie circulaire de Rouen à Orléans, d'Orléans à Châlons, de Châlons à Amiens. Les tracés de ces voies étaient souvent plus rationnels que ceux de nos grandes lignes : ainsi, la voie de Lyon à Paris allait de Châlon à Auxerre et Sens, sans s'imposer le détour onéreux de Dijon, concédé à de malheureuses influences.

En même temps que nos relations intérieures conservaient tant d'habitudes et de tendances communes et immuables, nos principales relations extérieures subissaient toutes les révolutions politiques et économiques, sans avoir à modifier, non plus, profondément leurs habitudes, leurs directions ordinaires, les grandes voies suivies. Avec le mouvement des siècles, le grand marché de Rome disparaissait, il fallait reporter les comptoirs à l'extrême Orient, les exportations se changeaient en importations; par une situation providentielle, c'était la Méditerranée qui restait toujours l'intermédiaire et le point de passage obligés; le sens des échanges avait pu être renversé, les lignes d'opérations ne changeaient pas; la grande vallée du Rhône restait toujours ouverte, pour attirer à elle, pour accaparer le trafic de l'Occident avec l'Orient et le distribuer ensuite par ses affluents comme par autant d'artères naturelles; c'est ce qu'entrevoyait Strabon, quand il s'écriait d'une voix prophétique : « Il semble qu'une divinité tutélaire ait élevé ces chaînes de « montagnes (les Alpes), tracé et dirigé le cours de tant de « fleuves, pour faire un jour de la Gaule le lieu le plus florissant « de la terre. »

La route du cap de Bonne-Espérance n'existait pas alors;

Digitized by Google

elle n'existe plus aujourd'hui; les temps prévus par Strabon semblaient devoir renaître; mais ces barrières des Alpes ne sont plus infranchissables : on les perce au Saint-Gothard comme on les a percées au Mont Cenis, au Brenner et au Semmering; la marine à vapeur les tourne par Gibraltar, en menaçant d'un coup funeste, si l'on n'y prend garde, notre belle voie de la Méditerranée au Rhin, base vingt fois séculaire des opérations commerciales de tout l'Occident!

Dans le tableau rétrospectif des anciennes voies romaines que nous allons entreprendre, nous abandonnerons les grandes lignes, pour grouper autour d'un certain nombre de centres importants les voies rayonnantes; ce procédé paraît offrir plus de simplicité et de clarté, en même temps qu'il permet un tracé plus facile de ce réseau compliqué sur toute carte de la France à grande échelle.

1° ARLES.

Arles était la tête de ligne de cinq voies importantes :

I. La *voie Aurélienne* allait jusqu'à *Rome* par les côtes de la Ligurie et de l'Étrurie; nous en avons indiqué le tracé; toutefois l'indication des Itinéraires qui, de Salon, font passer cette voie par Aureille, Saint-Remy et Saint-Gabriel, pour la raccorder avec la voie du Mont Genèvre, pourrait bien être inexacte; une borne milliaire retrouvée plantée dans la Crau, au nord du Mas d'Archaimbaud, très-peu en dehors d'une ligne droite tracée de Salon à Arles, sur un terrain parfaitement uni et particulièrement favorable pour la création d'une route à peu de frais, semble indiquer une liaison directe de Salon à Arles, épargnant un détour de 18 kilomètres et la traversée difficile d'un contrefort des Alpines. Cette voie se soudait, au Pont de Crau, près d'Arles, à la voie qui venait de Fos, et entrait dans la ville parallèlement à l'aqueduc antique.

La voie Aurélienne, à partir de son entrée dans la Gaule, détachait plusieurs embranchements :

1° De Châteauneuf (*Forum Voconii*) à Trans, Draguignan, Lenlier (*Anteis*), Ampus, Aups et *Riez* (*Reiæ Apollinares*);

Digitized by Google

2° D'*Aix* à Septèmes et *Marseille* (*Massilia*);

3° De *Septèmes* aux Tours (*Calcaria*), Constantine, Miramas, *Fos* (*Fossæ Marianæ*), en passant sur le pont Flavien, à Saint-Chamas.

Dans cette région, on a retrouvé un assez grand nombre de voies secondaires :

De *Marseille* à *Toulon* par Mazargues, Cassis, Ceireste, Conil (*Tauroentum*), Pontié, La Cadière, Ollioules et Toulon, avec des embranchements :

De Pontié à Signes et Brignoles,

Sur Saint-Jean-de-Garguier (*Gargaria*),

A la voie Aurélienne par Peïneuf, Signes et Méounes,

A l'intérieur des terres, par La Cadière et le val d'Aren.

II. D'Arles, par le Pont de Crau et la Crau, appelée *Coustière*, une voie gagnait Fos et, de là, se prolongeait sur Marseille.

III. Arles communiquait avec Embrun, Briançon et Milan, par la voie du Mont Genèvre.

IV. Une voie remontait la vallée du Rhône en passant par Saint-Gabriel (raccordement avec Tarascon), Barbentane (*Bellinto*), Avignon (*Avenio*), La Traille (au nord-ouest de Sorgues, *Cypresseta*), Châteauneuf, Orange (*Arausio*), Piolenc, Mornas, Mondragon, Bollène (*ad Lectoce*), Saint-Pierre-de-Sénos (*Senomagus*), Pierrelatte (avec embranchement sur Saint-Paul-Trois-Châteaux, *Aëria*), Les Granges (*Novem Craris*), Montélimart, Anconne (*Acunum*). En ce point, suivant une opinion accréditée, la voie traversait le Rhône, remontait par Baix (*Bacianis*), La Voulte, Beauchastel (*Umbennum*), repassait le Rhône à Valence, puis l'Isère, et continuait sur la rive gauche, par Tain (*Tegna*), Saint-Vallier, Creure (*Ursolis*), Saint-Rambert (*Figlinis*), Vienne, Saint-Symphorien-d'Ozon (*Condate*) et *Lyon*. Entre Vienne et Lyon, une variante suivait la rive du fleuve, pour entrer à Lyon vers le pont actuel de La Guillotière.

Cette voie a été reconnue de Valence à Lyon; on a retrouvé des bornes milliaires, sur la rive droite à Morant, d'autres à Tain. Cette double traversée du Rhône peut être toutefois vivement contestée.

V. D'Arles, partait encore une voie importante, la *voie*

Digitized by Google

Domitienne, qui allait en Espagne; elle passait le Grand-Rhône sur le pont dont il reste les culées, le Petit-Rhône à Fourques, puis un bras de crue au *pons Ærarius*, sous Bellegarde; elle se rendait de là à Nîmes (*Nemausus*), puis se prolongeait par Ambrois (*Ambrussum*), Castelnau (*Sextantio*), Montpellier, Montbazin (*Forum Domitii*), Saint-Thibéry (*Cessero*), Béziers (*Biterræ*), Colombiers, Narbonne (*Narbo*), Loupian, Sigean (*ad Vicesinum*), Salses (*Salsulæ*), Perpignan, La Croix-Blanche (*ad Stabulum*), Ecluse-Haute (*ad Pyrenæum*) et le *col de Pertus*.

Cette voie, restaurée et achevée, en — 121, par C. Domitius Œnobarbus, en même temps que la voie précédente d'Arles à Lyon, a été reconnue sur la plus grande partie de son parcours, notamment sous le nom de *via Moneta*, entre Grand-Gallargues et Montpellier. Elle fut pavée une des premières, et était large de 8 mètres avec les *marges;* on a retrouvé aussi quelques bornes milliaires, notamment près de Sigean. Une variante, indiquée par les Itinéraires, non retrouvée sur le terrain, de Salses, conduisait à Saint-Hippolyte (*Combusta*), Castel-Roussillon (*Ruscino*), Thézo, la Tour-Bas-Elne (*Illiberre*), Collioure, Port-Vendres, Puig-del-Mas (*ad Centuriones*), et au col de Banyuls (*Summum Pyrenæum*).

La voie principale comptait plusieurs embranchements importants :

1° De *Nîmes à Beaucaire* (*Ugernum*), par Manduel, avec traversée du Rhône (*Trajectus*) en bac, de Beaucaire à Tarascon, pour se relier aux voies de la rive gauche;

2° Un petit embranchement de Beaucaire sur Saint-Gilles;

3° Un embranchement sur la rive droite du Rhône, traversant le Gardon près de Remoulins et remontant jusqu'en face d'Orange;

4° Un embranchement direct de *Nîmes* à *Lodève;*

5° Une branche importante, en partie relevée sur le terrain, allait de *Saint-Thibéry* à Pézenas, Lésignan, Paulhan, Clermont-de-Lodève (*Lutevas*), Lodève (*Loteva*), Notre-Dame-d'Aulignaguet, Le Clapier, Saint-Maurice, Saint-Félix, Versols, La Peyre, Sainte-Affrique (*Condatomagus*), Tiergues, Saint-Rome, Canet, le Pont-de-Salars et Rodez (*Segodunum*).

Digitized by Google

VALENCE.

Valence était traversé par la voie d'Arles à Lyon, et communiquait avec Gap.

VIENNE.

Vienne était le point de passage de la voie d'Arles à Lyon, et le point *terminus* de l'embranchement de Briançon, et de la voie du Petit-Saint-Bernard.

LYON.

Lyon était le centre d'un grand nombre de voies importantes.

I. De Lyon, partait la grande *voie Domitienne* sur Arles et l'Espagne.

II. Remontant la vallée de la Saône, une autre voie, créée par Agrippa et prolongée jusqu'à Boulogne, gagnait *Châlon*, pour bifurquer, d'une part, sur *Autun et Boulogne*, de l'autre, sur *Besançon et Strasbourg*. Cette route, retrouvée, passait par Fourvières, Limonest, Les Chères, Anse (*Asa Paulinii*), Villefranche, Saint-Georges-de-Reneins, Saint-Jean-d'Ardières (*Luna*), Crèches, Mâcon (*Matisco*), Saint-Jean-de-Prèche, Tournus (*Tinurtium*), Gigny, Marnas, Châlon (*Cabillonum*). Un embranchement se détachait de Saint-Jean-d'Ardières sur Beaujeu, Charolles et Toulon-sur-Arroux.

III. De Lyon, une voie, marquée par les Itinéraires, se dirigeait sur *Clermont* (*Augusta Nemetum*), par Yzeron, Sainte-Foy, Feurs (*Forum Segusianorum*), Balbigny, Roanne (*Rodumna*), Chambilly, Avrilly (*Ariolica*), Varennes (*Vorogium*), Créchy, Saint-Germain-des-Fossés, Vichy (*Aquæ Calidæ*) et Effiat; on ne l'a reconnue que de Vichy à Clermont.

1° Un embranchement, dont on retrouve les traces à Haute-Rivoire, reliait Saint-Etienne à cette voie.

2° D'Avrilly, une voie menait à Digoin (*Pocrinio*), Tou-

Digitized by Google

lon-sur-Arroux (*Ticlonno*), Saint-Eugène, La Chapelle, Mesvres et *Autun*.

3° De Digoin, un embranchement conduisait à Decize (*Decetia*), par Saint-Aignan, Périgny, Gilly, Saint-Aubin, Grand-Fleury (*Sitillia*), Bourbon-Lancy (*Aquæ Bornonis*) et Trizy.

Une deuxième voie, dont on a ressaisi les traces, gagnait *Clermont* par Feurs, la vallée du Lignon, Boën et Vertaison.

Ces voies, données par les Itinéraires, n'ont pas été toutes reconnues sur le terrain; on a trouvé cependant des bornes milliaires à Feurs, à Effiat, à Ollat (Puy-de-Dôme), à Biozat et Tréteaux (Allier).

Plusieurs voies secondaires se détachaient de Clermont :

1° Sur Sauvagnat et Gyat, avec embranchement sur Briffons et sur Le Chavanoux;

2° Sur Billom, Courvières et Villars-Ville;

3° Sur Vic-le-Comte, Viverols, Usson (*Icidmagus*), avec embranchement sur Saint-Amand et les bains du Mont-Dore.

IV. Une voie de *Lyon à Rodez* passait par Yzeron, Duerne, Grézieu, Saint-Galmier (*Aquæ Segestæ*), Saint-Marcelin, Luriecq, Estivareille, Usson (*Icidmagus*), Chomelix, Saint-Just, Saint-Paulien (*Revessio*), Monistrol-d'Allier (*Condate*), Javols (*Anderitum*), Saint-Léger, Marvejols, Chirac, Estables (*ad Silanum*), Saint-Geniès, Cruéjouls et Gages-le-Haut.

Un embranchement, reconnu sur le terrain, de Saint-Paulien se dirigeait sur Le Puy, Monastier, Montpezat, Saint-Privat, Saint-Jean, et de là sur Aps (*Alba Helviorum*), d'une part, et sur Villeneuve, Vallon et Barjac, de l'autre.

On a retrouvé des traces de voie à Saint-Paulien.

CHALON.

La voie de Lyon, arrivant à Châlon (1), rencontrait là plusieurs embranchements :

---

(1) Châlon, à l'époque romaine, fut un *castrum frumentarium*, recevant les blés de la Bresse châlonnaise, et le port d'attache d'une flotte (*classis ararica*) chargée de surveiller ce point de passage et la navigation de la Saône.

Digitized by Google

I. Sur Autun (*Augustodunum*), par Touches, Donnevy, et Saint-Émiland; on a découvert des restes de cette voie à Saint-Émiland, à Saint-Léger-sur-Dheune.

II. De Châlon, une voie se dirigeait sur Charolles et sur Digoin; on en trouve des vestiges à Chapaize, à Pouilloux et à Sainte-Cécile.

III. Sur *Besançon* (*Visontium*), en passant la Saône à gué, et suivant par Châtenoy, Verjux, Pontoux (*Pons Dubis*), Clux, Annoire, Fesseux, Dôle, Crusinie, Orchamps, Rochefort, Lavans, Saint-Vit et Grandfontaine.

Cette voie a été reconnue sur le terrain, surtout à Orchamps et à Mont-de-Seurre (*Voie d'Agrippa*); on trouve encore à Dôle et à Pontoux les vestiges des vieux ponts qu'elle traversait.

Cette voie se reliait à un réseau important de voies secondaires sillonnant le Jura.

IV. Une quatrième voie se dirigeait sur *Langres*, *Toul* et *Metz*, par Argilly, Gerland, Saint-Bernard (*Vidubia*), Fauverney, Longvie, Dijon (*Dibio*), Bellefond, Thil-Châtel (*Filena*), Vaux, Croix-de-la-Belle-Chapelle, *Langres* (*Andematunum*), Bannes, Frécourt, Montigny-le-Roi, le Moulin-Rouge (*Mosa*), Bassoncourt, Nijon (*Noviomagus*), Vaudrecourt, Sommérecourt, Pompierre, Neufchâteau, Soulosse (*Solimariaca*), Brancourt, *Toul* (*Tullum*), Jaillon, Charpeigne (*Scarponna*), Blénod, Pont-à-Mousson, Norroy, Vaudières, Pagny, Novéant, Ancy, Ars, Moulins et *Metz*.

Cette voie se révèle presque entièrement, par ses traces, surtout aux environs de Metz, à Rozerieulles, à la porte Serpenoise.

BESANÇON.

A Besançon, débouchaient la voie de Châlon et celle qui venait de Milan par le Petit-Saint-Bernard et le Lac de Genève; elles continuaient sur *Strasbourg* par Baume-les-Dames (*Loposagium*), Rans (*Velatodurum*); Mandeure (*Epomanduodurum*), Audincourt, Delle, Largitzen (*Larga*) (avec embranchement sur Kembs), Rixheim (*Uruncæ*), Ensisheim et Brisach, où elles

Digitized by Google

rejoignaient les voies venues de Milan et de Coire, ou du Grand-Saint-Bernard.

On retrouve cette voie presque tout entière, surtout à Lütterbach (près de Cernay), à Nonnenbrück (près d'Aspach), à l'Isle-sur-le-Doubs (*Levée de César*); à Mandeure, on aperçoit les vestiges de deux ponts romains.

Une variante regagnait Rans par Aissey et Chasot.

Une voie, reconnue en grande partie, allait de *Besançon* à *Langres* par Cussey, Etiez, Bonnevent, Velloreille, Oiselay, Mont-les-Etrelles, La Chapelle-Saint-Guillain, Seveux (*Segobodium*), Larrel (*Varcia*) et Grenant.

On a retrouvé une voie qui allait de *Besançon* au *Locle* (Suisse).

VESOUL.

Bien que Vesoul ne soit pas porté sur les Itinéraires, on a ressaisi les traces de voies romaines qui conduisaient:

De Vesoul à Besançon directement, par Rioz;
De Vesoul à Fondremand et Besançon;
De Vesoul à Langres;
De Vesoul à Chariez;
De Vesoul à Luxeuil, dont les eaux étaient très-fréquentées, et
De Luxeuil à Malbouhans;

STRASBOURG.

Strasbourg fut une place importante et une manufacture impériale d'armes de guerre; à cette ville, aboutissaient par un tronçon commun les voies de Lyon, de Lausanne, de Soleure et de Coire; au delà, elles se prolongeaient sur Mayence, par la vallée du Rhin.

L'Alsace était déjà, comme aujourd'hui, couverte de routes et de chemins.

Deux voies secondaires reliaient *Strasbourg* à *Metz*.

Digitized by Google

L'une remontait les vallées de la Bruche et de la Hazel, contournait le Katzberg, et entrait en Lorraine entre les deux Donons (vestiges pavés), pour gagner Nancy et Metz (*Divodurum*) ; l'autre remontait la Zorn jusqu'au pied du Hazelberg (où se rencontre un tronçon bien conservé), puis descendait sur Metz par la plaine de Lorquin, en passant par Saverne (*Tres Tabernæ*), Sarrebourg (*Pons Sarravi*), Tarquimpol (*Decem Pagi*), Marsal, Château-Salins et Delme (*ad Duodecimum*) ; cette voie a été retrouvée de Strasbourg à Sarrebourg et de Marsal à Metz.

D'assez nombreux embranchements partaient de ces grandes voies ; on en rencontre les traces sur beaucoup de points :

Entre Brumath et Seltz, une voie sur Kaltenhausen, Bittenheim et Hœrdt ;

Embranchement sur Trèves, connu à Domfessel (près de Saar-Union), sous le nom de *Heerstrasse* ou de *voie païenne ;*

Embranchement de Soultz sur Bergholtz, appelé *Altweg ;*

Chemin *romain*, dit *de Barr*, de Brumath à Molsheim, Obernai et Barr, dont on retrouve les vestiges à Dorlisheim, près de Molsheim ;

De Ehl, une voie secondaire reliait la chaîne des Vosges à la Forêt-Noire, en passant le Rhin à Gerstheim.

METZ.

Outre les deux voies venant de Strasbourg, et celle de Châlon et Langres, Metz (*Divodurum*) possédait, en surplus, deux voies sur Reims, et une sur Trèves et la Germanie.

1° De Metz, une première voie, reconnue, gagnait *Reims* par Moulins, Hannonville (*Ibliodurum*), Fresnes-en-Woèvre, Fines, Haudiomont, Verdun (*Virodunum*), Brabant-en-Argonne, Vienne-la-Ville (*Axuenna*) et Saint-Hilaire-le-Grand (*Basilia*).

2° Une seconde voie, retrouvée sur les lieux, remontant la voie de Langres jusqu'à Toul (*Tullum*), se dirigeait sur *Reims* par Rozières-en-Bois, Saint-Jou, Naix (*Nasium*), Boviolle, Ligny-en-Barrois, Silmont, Bar-le-Duc (*Caturiges*), Fains, Lai-

Digitized by Google

mont, le Val-des-Noyers (*Ariola*), (*Fanum Minervæ*), La Cheppe et Beaumont.

3° De Metz sur *Trèves* et *Mayence*, une voie retrouvée passait par Melzerwisse, Radling (*Caranusca*), Ritzing (*Ricciacum*), Borg, Tawern, *Trèves* (*Augusta Trevirorum*), Neumagen (*Noviomagus*), Waderath (*Belginum*), Kirchberg (*Dumno*), Bingen (*Bingium*) et *Mayence*.

Un embranchement menait de *Trèves* à Bittbourg (*Beda*), (*Ansava*), Junkerath (*Icorigium*), Marmagen (*Marcomagus*), Zülrich (*Tolbiaco*) et *Cologne*.

LANGRES.

Langres (*Andomatunum*) fut traversé par un grand nombre de voies importantes.

Outre les quatre voies venant de Dijon, de Besançon, de Vesoul et de Metz, on en trouvait six autres :

1° Sur *Châlons* et *Reims* par Marac, Maranville, Rennepont, Bar-sur-Aube (*Segessera*), Trannes, Brienne, Corbeil (*Corobilium*), Vésigneul, *Châlons* (*Durocatalaunum*), La Veuve, Beaumont et *Reims* (*Durocortorum*); ce chemin, bien conservé sur certaines parties, s'appelle le *chemin des Romains;*

2° Sur *Bourbonne-les-Bains;*

3° Sur *Tonnerre* (*Tornodurum*) et *Auxerre*, par *Latisco* et *Landunum* (vestiges dans les bois de Larrey);

4° Sur *Alise* (*Alesia*) et sur Châtillon-sur-Seine;

5° Sur Bougey, Port-sur-Saône, Scey, Travers et Mont-les-Etrelles;

6° Sur la voie de Strasbourg à Metz par les Donons (vestiges à Rozerottes).

AUTUN.

Autun (*Augustodunum*), position centrale et stratégique, jouit d'une remarquable prospérité dans la période romaine, et fut le point de passage ou de départ d'un très-grand nombre de voies :

Digitized by Google

1° La grande voie de *Lyon* à *Boulogne*, en quittant Autun, se prolongeait par Saint-Forgeot, Liernais, Saulieu (*Sidolocus*), La Roche-en-Brénil, Cussy, Magny, Avallon (*Aballo*), Sermuzelles, Saint-Moré (*Chora*), Séry, Sainte-Pallage, Bazarnes, Vincelles et *Auxerre* (*Autessiodurum*).

Un embranchement reliait Beaune à Saulieu.

On distingue des traces très-apparentes de cette voie entre Autun et Saulieu (*voie d'Agrippa*), à Ouroux, à Gouloux, à Liernais, à Villeneuve-au-Chemin, à Avallon et à Champs, et, pour l'embranchement, à Lusigny et à Champignolles.

2° D'Autun à la ligne de Besançon par Monceau, Argilly, Seurre et Pesseux-sur-Saône.

3° D'Autun à *Arnay-le-Duc* (*Arnetum*), et de là à Sombernon et Saint-Martin-le-Haut (sur la voie de Dijon à Alise et Tonnerre) d'une part, et d'Arnay à Alise de l'autre ; puis, de Sombernon à Vitteaux et *Alise ;* de Nolay à Molinot, Champignolles, Matigny et Arnay.

4° D'Autun à *Alise* (*Alesia*), par Saulieu, La Motte-Ternant, Nau-sur-Thil, Marcigny et Marigny.

5° D'Autun à *Orléans* (voie reconnue), par Monthelon, Saint-Honoré (*Aquæ Alisinciæ*), Vandenesse (avec embranchement sur Grand-Anizy, *Alisincium*), Decize (*Decetiæ*), Béard, Imphy, Nevers (*Nevirnum*), Pougues, La Marche, La Charité, Mèves (*Massava*), Pouilly, Cosne (*Condate*), Neuvy, Bonny, Briare (*Brivodurum*), Gien, Levis, Saint-Père (*Belca*), Châteauneuf, Saint-Denis et *Orléans*, avec embranchement de *Decize* sur *Bourges* par Neuville-lès-Decize, Azy, Saint-Pierre-le-Moutier, Sancoins (*Tincontium*), Blet, Saint-Just et *Bourges*.

On peut suivre les traces de ces voies à Gien, à Langeron (près de Mars).

6° Une voie se rendait directement d'*Autun* à *Nevers* par Château-Chinon ; on en trouve les vestiges à Alluy, aux Pasqueliers, à La Celle-en-Morvan.

7° Une voie, décrite antérieurement, reliait Autun à Digoin, et, de là, à Roanne ou à Clermont.

8° Un embranchement de la voie de Digoin à Decize partait de Périgny, passait la Loire au-dessus de Diou, à Gilly, sur

Digitized by Google

un pont dont il reste des vestiges, et gagnait, par Thiel (*Suillia*) et Moulins, *Bourbon-l'Archambault* (*Aquæ Borvonis*), en envoyant un raccordement, vers Varennes, sur la voie de Roanne à Clermont.

9° Une voie mettait en communication Autun et Beuvray (*Bibracte*), à quelques kilomètres.

ALISE.

L'ancienne Alise (*Alesia*) avait une importance fort grande, et était le point de concours d'un grand nombre de voies ; outre celles que nous avons signalées, on en trouvait encore se dirigeant :

Sur Etalant et Langres ;

Sur Villaine-en-Duesmois, Coulmiers-le-Sec, Ampilly-le-Sec, Châtillon-sur-Seine, Brion et Dancevoir, avec embranchement, de Châtillon, sur Langres d'une part, et sur Tonnerre de l'autre ;

Sur Laignes (*Landunum*), Griselles, Channaud, Vertault et Arelles ; et de Laignes sur Chaource et Troyes ;

Sur Grignon, Montbard, Fulvy, Tonnerre, Avrolles et *Sens ;*

Sur *Mons-Magnus* et *Dijon*, complétant une ligne directe de *Dijon* à *Sens*, par Alise.

DIJON.

De Dijon, d'autres voies se dirigeaient :

Sur Mirebeau, et, de là, sur Auvet et Langres, et sur Montmirey et Grandfontaine;

Sur Fauverney, Tart-le-Haut, Saint-Jean-de-Losne, Saint-Aubin et Pesseux.

Le département actuel de la Côte-d'Or était particulièrement sillonné de voies qui reliaient les centres importants de Langres, Besançon, Châlons, Autun, Auxerre, Tonnerre, Sens, Troyes, Alise, Châtillon ; on comptait douze voies principales et vingt-

Digitized by Google

cinq voies secondaires, dont plusieurs, recélées seulement par quelques vestiges, des ruines de ponts, sont encore mal déterminées.

AVROLLES.

Avrolles (*Eburobriga*), sur l'Armançon, fut le point de croisement des routes de Tonnerre à Sens, et d'Auxerre à Troyes.

TONNERRE.

Tonnerre (*Tornodurum*) était traversé par la route d'Alise à Sens, et communiquait :

1° Avec Châtillon et *Langres*, par Lézinnes et *Landunum* ou *Lansuine* (près de Laignes) ; on en trouve des vestiges aux ponts de Lézinnes et à Paisson ;

2° Avec *Auxerre ;*

3° Avec *Troyes*, par Chaource.

AUXERRE.

1° D'Auxerre (*Autessiodurum*), la grande voie de Boulogne se prolongeait sur *Châlons*, par Héry, Les Boudières, Avrolles, Neuvy-le-Santoux, Villeneuve-au-Chemin, Saint-Germain, *Troyes* (*Augustobona*), Aubeterre, Voué, Arcis-sur-Aube (*Arciaca*), Vatry et *Châlons*.

Cette voie a été relevée sur la plus grande longueur de son parcours.

2° Une voie, reconnue également, reliait *Auxerre* à *Lutèce*, par Bassou (*Baudritum*), Champlay, Villevallier, Saint-Julien-du-Sault, Villeneuve-sur-Yonne, Paron, Sens (*Agedincum*), Villenavole, Pont-sur-Yonne, Villeneuve-la-Guyard, Montereau (*Condate*), Valence, Panfou, Le Châtelet, Sivry, Melun (*Mecledum*), Lieusaint, Montgeron, Villeneuve-Saint-Georges et Maisons.

Digitized by Google

On croit avoir trouvé à Villeneuve-Saint-Georges les pilotis du pont que traversait cette voie.

Auxerre était encore en communication

3° Avec *Tonnerre*,

4° Avec la vallée de la Loire, d'un côté, par Ouanne (*Odouna*), Entrains (*Intaranum*) et Mesves-sur-Loire (*Massava*); et, de l'autre, par Clamecy et Decize; on trouve des traces de voies à Ciez et à Saint-Saulge.

TROYES.

Un nombre considérable de voies rayonnaient autour de Troyes (*Augustobona*). Outre celles que nous avons indiquées, on connaît aussi :

1° Une voie de Troyes, par Vauchâssis et Saint-Mards, à Champlay, sur la voie d'Auxerre à Lutèce; voie empierrée en scories de forges, comme la section de Troyes à Avrolles.

2° Une autre de *Troyes* à *Orléans*, par Fontvannes, Villemauve (*Clanum*), Vulaines, Villeneuve-l'Archevêque, Molinons Foissy, Malay, Sens, Montacher, Jouy, La Fosse (*Aquæ Segestæ*), Sceaux, Batilly, Nancray, Chambon (*Fines*) et *Orléans*. On la distingue sur un grand nombre de points, sous le nom de *voie de César*.

3° De Troyes à *Lutèce*, par Marigny, Nogent-sur-Seine et Provins, avec embranchement de Nogent sur Montereau; cette voie sert de chemin vicinal.

4° De Troyes à *Senlis*, par Le Pavillon, Échemines, Saint-Flavy, Marigny, Bibe, Louan, Angers, Chartronges, Choisy-en-Brie, Chailly (*Calagum*), Saint-Augustin, Coulommiers, Meaux (*Latinum*), Chambry, Saint-Pathus, Ermenonville et *Senlis* (*Augustomagus*). On a retrouvé en majeure partie cette ligne. De Chailly, un embranchement raccordait cette voie avec la voie de Sens à Lutèce, à Melun. Une voie transversale reliait encore ces lignes, de Bibe à Montereau, par Riobe, où l'on peut suivre des vestiges de voie romaine.

5° De Troyes à *Soissons*, par Plancy, Sézanne, Montmirail, Château-Thierry et Le Château.

Digitized by Google

SENS.

Sens (*Agedincum*) fut encore un centre de rayonnement des plus importants.

Nous avons indiqué un certain nombre de voies qui aboutissaient à cette ville, ou la traversaient; elle détachait encore :

1° Une voie de *Sens* à Serginnes, Provins, Coulommiers et, de là, sur Meaux et *Senlis*, voie très-apparente, servant aujourd'hui de route départementale; cette voie présentait peut-être une variante par Riobe, Jaulnes, Orby et Chailly (*Calagum*), dont on aurait retrouvé des vestiges à Châteaubleau;

2° Une voie à Paron, Égriselles-le-Bocage, Courtenay, Triguères et *Gien;* on en revoit des traces bien conservées à Courtenay et à Triguères;

3° Une voie directe de *Sens à Orléans*, par Saint-Valérien, Montacher, Villegardin, Jouy et Sceaux; c'est la voie dite *de César*, une des mieux conservées, et venue jusqu'à nous avec une partie des bordures de ses *marges*.

De Sceaux, un embranchement, dirigé vers le nord-nord-ouest, rejoignait la Seine.

REIMS.

Reims fut le point de concours d'un nombre considérable de lignes.

Nous rappellerons, pour mémoire, celles qui venaient de Troyes et de Langres par Châlons, de Metz par Toul, d'un côté, et par Verdun, de l'autre.

A celles-ci, viennent s'ajouter les voies suivantes :

1° De *Reims à Trèves* par Voncq (*Vongo Vicus*), Le Chesne, Stonne, Mouzon, Carignan (*Époïsso Vicus*), Villiers, Sainte-Marie, Arlon (*Orolauno*), Steinfort, Luxembourg et Andethannale. Cette voie s'est parfaitement conservée sur une très-grande partie, surtout à Warcq, près de Mézières; elle a été découverte à Mouzon par Bergier.

2° De *Reims à Cologne*, d'après les Itinéraires, par Saint-

Digitized by Google

Loup (*Noviomagus*), Château-Porcien, Novion-Porcien, Launois, Mézières (*Mose*), Membre (*Meduanto*), Haut-Fays, Wellin, Rochefort, Marche, Bras, Stavelot, Malmédy, Bütgenbach, Montjoie, Düren et Moderath (*Munerica*).

3° D'autres chemins conduisaient en Belgique : l'un, dit *chemin des Fées*, par Val-Roy, Nizy, Beaumont et Rosoy; un autre, bien postérieur, par Brunehamel, Aubenton, Wattigny, Fumilly et Maquenoise; on en peut ressaisir de nombreuses traces, et on le range parmi les *chemins de Brunehaut.*

4° La voie de *Reims à Bavay*, retrouvée en majeure partie, passait par Évergnicourt (*Axuenna*), Nizy-le-Comte (*Ninittacum*), Le Gros-Dizy, Chaource, Séchelles (*Çatusiacum*), Vervins (*Verbinum*), Sorbais, La Chapelle-en-Thiérache, Warpont (*Duronum*) et Saint-Remy-Chaussée.

Il reste sur cette voie la grande tranchée de Brimont et plusieurs bornes milliaires.

Deux embranchements reliaient cette voie, d'une part à *Laon* (*Bibrax*), de l'autre à *Aubenton.*

5° De *Reims sur Laon* directement par Bruyères, puis à Châtillon-du-Temple, Châtillon et Saint-Quentin (*Augusta Veromanduorum*).

6° La grande voie de Boulogne, à partir de Reims, continuait par Champigny, Muison, Fismes (*Fines*), Bazoches, Courcelles, Sermoise, Soissons (*Augusta Suessonum*), La Maladrie, Vic-sur-Aisne, Cats, Pontoise (*Isara*), Noyon (*Noviomagus*), Roiglise (*Roudium*), Roye, Vieux-Catil, Le Quesnil (*Seeviæ*), Fresnou-en-Chaussée, Domarl-sur-la-Luce et *Amiens.*

On en rencontre des traces bien apparentes de Vic-sur-Aisne à Noyon, et de Braine à Fismes.

Cette voie détachait un embranchement de *Soissons* sur *Senlis* et *Beauvais*, par La Maladrie, Montigny, Chelles, Saint-Étienne, Béthisy, Saint-Martin, Néry, Batagny, *Senlis* (*Augustomagus*), Chantilly (*Litanobriga*), Gouvieux, Précy, Crouy, Sainte-Geneviève, Tillart, Saint-Sulpice et *Beauvais* (*Cæsaromagus*).

7° Une voie allait de Reims, par Ville-en-Tardenois, à Dormans, se raccorder à la voie de Lutèce à Meaux, Château-Thierry et Chalons.

Digitized by Google

Dans cette région, on trouvait encore, partant de ces voies, quelques embranchements, comme de Dizy à Faucouzy, de Vervins à Maquenoise.

LUTÈCE.

Lutèce, qui ne comprenait alors que l'île de la Cité et quelques constructions sur les rives de la Seine, était traversée par un grand nombre de voies, qui passaient le grand bras de la Seine sur un pont à l'emplacement du Pont-au-Change, faisaient un double coude et franchissaient le petit bras à la hauteur du Petit-Pont actuel.

Les voies qu'on a pu reconstituer jusqu'à ce jour, d'après les vestiges qu'elles ont laissés, sont les suivantes :

1° Voie de Lutèce à la plaine de Grenelle (suivant successivement les rues Saint-Dominique et de Grenelle).

2° Voie de Lutèce à Sèvres (par la grande rue de Sèvres), et, de là, à Neauphle (*Diodurum*), Houdan et Dreux.

3° Voie de Lutèce à Vaugirard (grande rue de Vaugirard).

4° Voie de *Lutèce* à *Orléans*, *Tours* et *Nantes*, par la rue du Faubourg-Saint-Jacques, Longjumeau, Arpajon, Étrechy, Étampes, Saclas (*Salioclita*), Autruy, *Orléans* (*Genabum*), Saint-Aÿ, Meung, Beaugency, Mer, Suèvres, Ménars-le-Château, *Blois*, Négron, Vouvray, camp de Sainte-Radegonde, en face de Tours (*Cæsarodunum*), Cinq-Mars-la-Pile, Langeais, Les Trois-Valets, Longué (*Robrica*), Saint-Clément-des-Levées, Les Rosiers, Saint-Mathurin, La Daguenière.

Là, on rencontrait une bifurcation, d'un côté sur *Angers*, *Rennes* et *Valognes*, de l'autre sur Bouchemain, Savenières, Champtocé, Varades, Anetz, Ancenis, Mauves et *Nantes* (*Portus Namnetum*). Ces voies ont été retrouvées sur un grand nombre de points de leur parcours.

5° De Lutèce au *Mons Cetardus* (par la rue Mouffetard).

6° De Lutèce à Ivry (par les rues du Marché-aux-Chevaux et Saint-Victor).

7° Sur Chelles (*Cala*), et à la Marne (par les rues Saint-Antoine et de Montreuil).

8° De Lutèce à *Meaux* (avec embranchement sur La Ferté-

Digitized by Google

Milon et Soissons), Château-Thierry et Dormans, et bifurcation d'une part sur *Reims*, de l'autre sur *Chalons*.

9° De Lutèce à *Senlis* (*Augustomagus*), par les rue et faubourg Saint-Martin.

10° De Lutèce à *Beauvais*, et de Lutèce à *Rouen*, en passant par la rue de Clichy.

SOISSONS.

Aux voies nombreuses que nous avons données précédemment aboutissant à Soissons, et marquées par une foule de bornes milliaires retrouvées, nous devons ajouter :

1° Une variante de la voie de Boulogne, qui partait de *Soissons*, par Amigny (*Contra Aginnum*), Saint-Quentin, Cambrai (*Camaracum*), Arras (*Nemetacum*), Thérouanne (*Taruenna*), Tournehem, Guines, Ardres, Wissant et *Boulogne*.

Entre Soissons et Cambrai, la voie passait par Pasly, Pont-Saint-Mard, Folembray, Amigny, Condren, Vouel, Essigny-le-Grand, Saint-Quentin, Le Câtelet et Cambrai; on l'a reconnue en grande partie.

2° De Soissons à *Laon*.

3° De Soissons à *Senlis*, ancien chemin dit *de Brunehaut*, dont on distingue des vestiges très-apparents, par Champlieu, Pierrefonds et Saint-Étienne.

SAINT-QUENTIN.

Saint-Quentin (*Augusta Veromanduorum*) envoyait, en outre, les voies suivantes :

1° Sur Estreung, sur Guise, sur Vervins et sur Le Câteau ;

2° Sur Rocquigny ;

3° Sur Vermand et *Amiens*, avec embranchements de Vermand sur Voyennes, sur Maretz, Maurois, Reumont, Montay et Bavay, et sur Nesle.

Digitized by Google

SENLIS.

De Senlis (*Augustomagus*), outre les voies de Lutèce et de Soissons, partaient aussi :

1° Une voie sur *Meaux*, par Ermenonville, Le Plessis et Saint-Pathus ;

2° Sur Gouvieux, par Saint-Nicolas, Courteuil, Avilly, Chantilly et Saint-Leu, et, de là, sur Précy et *Beauvais*, en prolongement du chemin pavé de *Brunehaut* venant de Soissons ;

3° Une autre voie sur *Beauvais*, par Creil (*Credulium*), passant l'Oise au ravin de Vaux, sur un pont dont on retrouve les fondations ;

4° Sur Pont (devenu Pont-Sainte-Maxence), et rejoignant peut-être la voie précédente ;

5° Sur l'*oppidum* de Balagny, voie de 8 mètres de largeur, pavée avec des blocs énormes ;

6° Sur Pont-Point, par Le Plessis-Chamant, Gournay et Conchy ;

7° Peut-être existait-il encore un chemin de Senlis à Dormans.

BEAUVAIS.

Beauvais (*Cæsaromagus*) était relié à Senlis par les deux voies que nous avons indiquées, et en outre :

1° A Lutèce, par Saint-Léger, Auneuil et Thibvillers, en se raccordant avec la voie de Lutèce à Rouen, à Saint-Gervais (*Petromantalum*) ;

2° A Rouen, en même temps, par Estrépagny (*Petrumviacum*) et Radepont ;

3° A Rouen, par une voie directe passant à Neufmarché et Ry ;

4° A Dieppe, par deux voies, l'une par Pierremont, Ancourt et Criquiers, l'autre par Enverness, Londinières, Epinay et la vallée de l'Eaulne ;

5° Une voie allait de *Beauvais* à *Cassel* et Tournay (ligne reconnue sur le terrain), par La Chaussée, Cormeilles (*Curmi-*

Digitized by Google

liaca), Gouy-les-Groseilliers, Dury, Amiens, Beauval, Doullens (*Durvicoregum*), Saint-Pol (*ad Lullia*), Valhuon (*Lintomagus*), Saint-Hilaire, Ham, Berguette, Wallon, Coppel et Cassel; elle avait, pour variante, la voie retrouvée d'*Amiens* à Puchevillers, Thièvres (*Teucera*), Beaumetz, Arras (*Nemetacum*), Eleu, La Bassée, Pont-d'Estaires (*Minariacum*), Vieux-Berquin, Caëstre et *Cassel*, et un premier embranchement d'*Arras* à *Tournay* par Douai et Orchies, et un second de *Saint-Pol* ou Valhuon à *Thérouanne*.

AMIENS.

Amiens était encore le point de passage d'autres voies :

La voie de Boulogne (ancien chemin subsistant, dit de Brunehaut) se prolongeait par Saint-Vaast, Saint-Ouen, Donqueur, Yvrench, Ponches (*Pontibus*), Douriez (*Luttomagus*), Saint-Remy-aux-Bois, Marles, Estrée et Lacres.

2° D'*Amiens* à *Rouen*, par Épernay et Neufchâtel.

BAVAY.

Bavay (*Bagacum*) fut un centre très-important, d'où rayonnaient un très-grand nombre de routes; ces chemins, en grands alignements droits, portent souvent le nom de *chaussées de Brunehaut;* c'est à tort qu'on attribue leur création à Brunehaut, fille d'Atanagilde et femme de Sigebert, roi d'Austrasie; elles furent de construction romaine, et réparées seulement par Brunehaut, six cents ans après leur fondation. D'autres donnent à cette désignation une étymologie beaucoup plus contestable : ils font dériver ce nom de *brune haute, borne haute*, à cause des bornes milliaires qui bordaient ces voies.

Les principales de ces voies ou chaussées, dans un certain cercle autour de Bavay, étaient :

1° De *Bavay* à *Soissons*, par Saint-Vaast, Warquies, Clair-Ménage (*Hermoniacum*), Saulzoir, Villiers-en-Cauchies, Naves, Cambrai et Saint-Quentin ;

2° De *Soissons* à *Senlis*, par Pierrefonds, et à *Beauvais;*

Digitized by Google

3° De *Bavay*, à *Reims*, par Estréung et Vervins ;

4° De *Bavay* à *Tongres*, *Maëstricht* et *Xanten*, par Gognie-Chaussée, Vaudrez (*Vogoborgiaco*), Gembloux (*Geminiacum*), (*Perniciacum*), *Tongres* (*Aduatica Tongrorum*), *Maëstricht*, Feresne, Bregden (*Catualium*), Kessel, Blérick (*Blariacum*), Gueldres (*Mediolanum*), *Xanten* (*Colonia Trajana*), Birten (*Vetera Castra*) ; cette voie a été reconnue à un grand nombre de traces ; elle envoyait des embranchements :

a. De *Tongres* sur *Liége ;*

b. De *Maëstricht* sur Gangelt, Juliers (*Juliacum*) et *Cologne*,

c. Et avait un raccordement avec la ligne de la vallée du Rhin, qui touchait à Mayence, Bingen, Coblentz (*Confluentibus*), Andernach (*Antunnacum*), Bonn (*Bonna*), Cologne, Dormagen (*Durnomagus*), Neuss (*Novesia*), Birten, Xanten, Clèves (*Arenatium*), Nimègue (*Noviomagus*), Arnheim (*Carvone*), Utrecht (*Trajectus*), Leyde (*Lugdunum Batavorum*) ;

5° De *Bavay* à *Cassel*, par Caëstre, Escaut-Pont (*Pons Scaldis*), Tournay (*Turnacum*), Tourcoing, Warwicq (*Viroviacum*) et Bailleul (voie reconnue) ;

6° De *Bavay* à *Mardick*, par Valenciennes et Tournay ;

7° De *Bavay* à *Gand;*

8° De *Bavay* à *Cassel* (variante retrouvée), par Cambrai, Marquion, Vis-en-Artois, Arras, Estrée, Fresnicourt, Ferfay (*Lintomagus*) et Merville, avec embranchement d'*Arras* sur *Amiens*.

CASSEL.

De Cassel (*Castellum Menapiorum*), partaient des voies nombreuses ; vingt-huit sondages ont révélé l'existence de ces anciens chemins, ayant généralement 6 mètres de largeur, avec des fossés latéraux ayant eux-mêmes jusqu'à 7 mètres, le tout présentant une largeur totale de 20 mètres. La chaussée était formée d'une couche de gravier, sur laquelle reposait un empierrement en galets ou en pierres du pays.

Ces voies se dirigeaient :

1° Sur Pont-d'Estaires et Arras (voie reconnue) ;

Digitized by Google

2° Sur Aire ;

3° Sur Thérouanne (*Taruenna*) et Boulogne (voie retrouvée);

4° Sur Watten et la mer ;

5° Sur Mardick ;

6° Sur Zuydcoote, sur Poperinghe ;

7° Et sur Bavay, par deux voies.

BOULOGNE.

Boulogne (*Gessoriacum*, puis *Bononia*) servait de point *terminus* à la ligne de Lyon, aux voies de Cassel et de Bavay, et à une voie retrouvée de Lillebonne par Camiers, Eu, Dieppe et Grainville, en passant trois rivières à gué.

ROUEN.

Rouen (*Ritumagus*) était relié à *Lutèce* par trois routes :

1° Par Boos-la-Neuville, Radepont, Écouis, Plicheville, Les Thilliers, Saint-Clair, Saint-Gervais (*Petromantala*), Magny, Arthieul, Cousangrez, Courcelles, Pontoise (*Briva Isaræ*), Pierrelaye et Ermont (voie reconnue sur le terrain).

2° Par Gany, Les Andelys et la rive droite de la Seine.

3° Par Caudebec-lès-Elbeuf (*Uggate*), Évreux (*Mediolanum Aulercorum*), Dreux et la rive gauche de la Seine.

On pouvait suivre aussi :

4° Une voie de Rouen sur la mer, passant à Marommes, Saint-Pierre-Varengeville, Caudebec (*Lotum*), Lillebonne (*Juliobona*), Saint-Aubin et Harfleur (*Caracotinum*).

5° De Rouen à Oissel, par Saint-Étienne et Sotteville.

6° De Rouen en Picardie et au pays de Bray, et de ce point, d'une part à *Dieppe*, de l'autre à *Amiens* et *Boulogne*.

7° De Rouen à Duclair (*Duroclarum*) et Jumiéges (*Gemetiacum*).

8° Une voie très-importante, décélée par ses traces, gagnait la Basse-Normandie par Grand-Couronne, Saint-Philbert, Le Boi-

Digitized by Google

robert, Brionne, Lisieux (*Noviomagus*), Moult, Frénouille, Caen ou Vieux (*Arægenue*), Colleville, Colombier, Le Manoir, *Bayeux* (*Augustodurus*), Masles, La Combe, Osmanville, Isigny, Carentan, Saint-Côme-du-Mont (*Crociatonum*), Neuville, Montebourg et *Valognes* (*Alauna*).

Un embranchement, partant de Grand-Couronne, se dirigeait sur Caudebec-lès-Elbeuf (*Uggate*), Surtanville, Berengeville, *Évreux* (*Mediolanum Aulercorum*), Jumelles, Condres, Illiers-l'Évêque, Dreux (*Durocasses*), Le Boullay-Mivoye, Poisvilliers et *Chartres* (*Autricum*). Cette voie a été retrouvée d'Évreux à Chartres.

LILLEBONNE.

Lillebonne (*Juliobona*) jouit d'une grande prospérité à l'époque gallo-romaine; elle était la tête d'un grand nombre de voies :

1° De Lillebonne à *Rouen*, par Caudebec, où l'on en remarque des vestiges;

2° De Lillebonne à *Harfleur*, et de *Harfleur* à *Arques;*

3° De Lillebonne à *Boulogne*, par Trouville, Fauville, Normanville (*Gravinum*), Grainville, Cany, Saint-Valéry-en-Caux et Fécamp (*chaussée de J. César* ou *chemin des Romains*);

4° De Lillebonne à *Étretat* et à *Fécamp;*

5° De Lillebonne à *Lisieux*, par Caudebec (*Lotum*, ancien *Caledunum*), le premier passage à l'embouchure de la Seine, Watteville, Aizier, Vieux-Port, Pont-Audemer, Cormeilles et *Lisieux*, avec embranchement de Vieux-Port à *Brionne*, par Bourneville, Falletot, Appeville et Pont-Authou.

De Lisieux, un embranchement, reconnu, rejoignait *Dreux*, par Glos, Courtonne-la-Ville, Saint-Germain, Saint-Aubin-du-Thenney, Broglie, La Barre, La Vieille-Lyre, Guernanville, Condé (*Condate*), Grandvilliers et Nonancourt, avec raccordement de *Condé* à *Évreux* par Le Nuisement et Arnières.

De Dreux, une voie gagnait *Lutèce*, par Houdan et Neauphle.

Digitized by Google

CHARTRES.

Outre la voie qui reliait Chartres à Dreux et à Paris, il existait :

1° Une voie de *Chartres* à *Condé*, par Écubles, Blévy et Tillières ;

2° Une voie sur Orrouer, Chuisnes, Les Menus, Tourouvre, Bubertré, Planches et Exmes, avec embranchements sur Mamers, sur Chênebrun et Condé, sur Sées, et prolongements sur le pont d'Ouilly, sur Trun et Jort, et sur Cintheaux, Bretteville et Vieux (*Arægenue*);

3° De Chartres au *Mans* (*Subdinnum*), par Saint-Georges, Orrouer, Saint-Denis-des-Puits, Coudray-au-Perche, Le Luart et Connerré ;

4° De Chartres à *Vendôme*, et, de là, au Mans, à Tours et à Blois ;

5° De Chartres à *Blois*, par Varize, Verdes et Viévy-le-Raye, avec embranchements de Verdes à Meung, et de Verdes à Croyes, Droué et Connerré ;

6° De Chartres à *Orléans*, par deux voies : l'une, par Allaines et Artenay ; l'autre, par Voves ;

7° De Chartres à Autruy et Sermaises, à l'est.

ORLÉANS.

Orléans (*Genabum*) fut une place commerciale importante ; son pont sur la Loire en fit le point de croisement de très-nombreuses voies.

Outre les voies de Nevers et d'Autun, de Sens et de Troyes, de Lutèce, de Chartres, de Blois et de Tours, que nous avons indiquées, Orléans en avait d'autres sur :

1° *Bourges*, par Vouzon, Pierrefitte, Souesmes et Villatte ; avec une autre voie, par Salbris ;

2° *Le Mans*, par Vendôme ;

3° Saint-Péravy, Bazoches, Châteaudun, Droué, Connerré et *Le Mans ;* on en peut voir des vestiges à Bazoches.

Digitized by Google

BLOIS.

De Blois, partaient les voies décrites sur Orléans, sur Tours; de plus, une voie directe rejoignait, par les Ponts Chartrains, à Vendôme, le chemin d'Orléans au Mans; d'un autre côté, par le pont de Blois, le *Pont-du-Cher* (*Caro-Brivæ*) ou *Chabris*.

LE MANS.

A la tête des voies venant de Vendôme (Orléans et Blois), et de Chartres, dont on suit les traces dans la ville, Le Mans (*Subdinnum*) était, de plus, relié :

1° A *Caen*, par La Quinte, Neuvy, Saint-Gemmes-le-Robert, Jublains (*Noviodunum* ou *Nudionnum*), Lassay, Le Housseau, Saint-Denis, Beaulande, Champsecret, Dompierre, Flers, Condé-sur-Noireau, Campandré, Hamars, Le Caine et Vieux (*Arægenue*); un embranchement allait de Jublains à Rennes; un autre allait de Vieux à Avranches (*Legediæ*);

2° A Meurcé et Blèves;

3° A Beaumont et Saint-Céneri;

4° A Brûlon;

5° A Malicorne et Angers;

6° Vers le Loir;

7° A *Tours*, par Pontlieue, Teloche, Verneil-le-Chétif, Vaas (*Fines*) et Brèche, avec embranchements de Pontlieue sur Saint-Calais, et sur Vancé.

Des voies secondaires allaient encore à Pont-de-Genne, à Montmirail, à Yverny et à Cormes.

TOURS.

Sur Tours (*Cæsarodunum*), convergeaient les voies venant du Mans, de Vendôme et Chartres, de Blois et d'Angers, par le pont de Tours; la communication entre la rive droite et la rive gauche se faisait aussi par le pont d'Amboise (*Ambacia*).

1° La voie, retrouvée, de *Tours* à *Poitiers*, à partir du

Digitized by Google

pont de Tours, traversait les marais, puis le Cher au pont de Vauçay, puis l'Indre au Pont-de-Rouen (*Rotomagus*), de là gagnait Sainte-Maure, Nouâtre, Port-de-Piles, Antogny, Ingrandes, Châtellerault et *Poitiers*, puis *Angoulême* et *Bordeaux*.

Par deux traverses, de Saint-Avertin à Reignac, et de Port-de-Piles à Loches, cette voie se reliait à une route venue de la ligne de Blois à Tours, en passant la Loire à Amboise, le Cher à Bléré et l'Indre à Loches.

2° De *Tours* à *Bourges*, la voie, reconnue, passait sur le plateau de Montlouis, à Saint-Martin-le-Beau, Chenonceaux, Montrichard, Thésée (*Tassiaca*), Noyers et Gièvres (*Gabris*), sur la rive droite du Cher; ou bien, par la rive gauche, par Saint-Avertin, Larçay, Veretz, Athée, Bléré, Francueil, Saint-Georges et Gièvres; de là, la voie continuait sur la rive droite par Mennetou, Thénioux, Vierzon, Mehun-sur-Yèvre et *Bourges* (*Avaricum*).

3° En aval de Tours, sur la rive gauche de la Loire, une voie latérale au fleuve se dirigeait sur *Saumur* et l'Océan, en empruntant la voie de Poitiers jusqu'au Pont-de-Rouen, pour épargner de nouveaux ponts sur le Cher et sur l'Indre, puis en passant la Vienne à Chinon, et continuant par Candes et Saumur.

Beaucoup n'admettent pas l'existence de ces deux voies latérales à la Loire, entre Tours et Angers : *Robrica* serait alors à Chênehutte, sur la rive gauche ; mais le plus généralement on le place sur la rive droite, à Longué ou à Beaufort.

Le *Pont-du-Cher*, *Gièvres* ou *Chabris* (*Caro-Brivæ* ou *Gabris*), était un point fort important, au centre du cercle formé par Bourges, Orléans, Tours, Le Mans, Poitiers et Limoges; il fut le point de passage de sept routes, quatre sur la rive droite du Cher, trois sur la rive gauche :

1° De Chabris à *Orléans*, donnée par les Itinéraires, et qu'on n'a pas encore retrouvée;

2° A Tours; on peut la suivre le long du chemin de Romorantin à Gièvres, au Teil, à Voulx, à La Jourde, à Saint-Romain, à Thésée; elle a $4^m,60$ de largeur constante, et est formée d'un empierrement de cailloux de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur, posé sur une couche de sable;

Digitized by Google

3° Sur *Blois*, par les Ponts Chartrains ; on la rencontre près du lac de Villedieu ;

4° Sur *Bourges*, reconnue de 5 mètres de largeur ;

5° Sur *Tours*, par la rive gauche du Cher ;

6° Sur *Toulouse*, reconnue aux fondations d'un pont ruiné au Petit-Riau, puis à Montry, à Chambon et à Argenton ; de là, elle gagnait Limoges et Toulouse ;

7° Sur *Bordeaux*, par Estrées et Angoulême.

ANGERS.

Angers (*Juliomagus*) était traversé par la ligne d'Orléans à Nantes, que nous avons tracée, et à laquelle venaient se souder :

1° Une voie sur Le Mans, et une autre sur Jublains, et, de là, sur Caen.

2° D'Angers, une autre voie, reconnue jusqu'au Châtelais, gagnait *Rennes*, par Avrillé, La Membrolle, Le Lion-d'Angers, Le Châtelais (*Combaristum*), La Guerche-de-Bretagne, Visseiche (*Sipia*), Moulins, Piré, Veneffe et *Rennes* (*Condate*).

De *Rennes*, cette voie se continuait sur *Valognes*, d'un côté, suivant une ligne retrouvée, par Romazy, Antrain, Montanet, La Croix-Avranchin, Pontaubault, Avranches (*Legediæ*), La Haye-Pesnel.

D'autre part, une variante, d'après les Itinéraires, partait de *Rennes*, par Saint-Germain, Saint-Médard, Feins (*Fines*), Saint-Léger, Cuguen, Épiniac, Dol-de-Bretagne, gagnant Sartilly et La Haye-Pesnel, d'un côté, par Mont-Dol (*Fanum Martis*), Saint-Servan et *Reginea*, de l'autre, par le Mont-Saint-Michel et Genêts ; de La Haye-Pesnel, les deux voies réunies se prolongeaient sur Folligny, Le Loreur, Contrières, Coutances (*Cosediæ*), Mont-Herchon, Gorges, Le Plessis, Vindefontaine, Les Moitiers, Orglandes, Urville et *Valognes* (*Alauna*).

NANTES.

Nantes (*Portus Namnetum*), outre la voie de la vallée de la Loire, envoyait des lignes de communication sur :

Digitized by Google

1° *Brest*, par Sautron, Le Temple-de-Bretagne, Pont-Château, La Roche-Bernard (*Duretiæ*), Muzillac, Surzur, Noyalo, Vannes (*Dartoritum*), Landivant, Hennebont (*Sulim*), Pont-Scorff, Quimperlé, Bannulce, Rosporiten, Saint-Yvi, Quimper (*Vorgium*), Douarnenez, Plonevez, Cast, Châteaulin, Port-Launay, Irvillac, Landernau, Guipavas et *Brest* (*Gesocribate*).

Cette voie a été retrouvée en grande partie ; elle suivait, de Nantes à Vannes, la route nationale actuelle ; elle passait la Vilaine au gué de l'Isle.

Un embranchement joignait *Josselin* à *Vannes ;* un autre allait de *Vannes* à *Rieux ;* un troisième, de *Vannes* à Trédion et Sérent ; enfin, un dernier de *Vannes* à Guéméné, Locmalo, Tréogon et *Carhaix* (*Vorganium*). De *Carhaix*, une voie se prolongeait sur Callac, et bifurquait, d'un côté, sur Cos-Yaudet, Percos et *Morlaix ;* de l'autre, sur Bégard et *Triguier ;* une voie de *Carhaix* allait sur Le Rillan, puis se divisait pour gagner *Saint-Brieuc*, d'un autre côté, *Paimpol*, et enfin *Reginea*. Une voie allait encore de *Carhaix* à Rostrenen, Goarec, Loudéac et *Rennes*. De *Reginea* et de Saint-Servan, des embranchements gagnaient Lehon et Gaël d'une part, et Corseul et Saint-Jacut-du-Mené de l'autre.

2° Nantes était encore relié avec *Blain*, avec *Rennes*, avec le bourg de Rézé, avec Saint-Pierre-en-Retz ; on a trouvé, en 1863, un tronçon de voie important à Saint-Philbert, près du lac de Grandlieu.

3° De Nantes, on gagnait *Poitiers* par Le Pallet, Clisson, Torfou, Mortagne-sur-Sèvres, Châtillon-sur-Sèvres, Bressuire (*Segora*), Faye-l'Abbesse, Boussais, Airvault, Les Jumeaux, Assais, Vouzailles et Cissé. Cette voie, très-bien conservée, s'appelle le *chemin de Saint-Hilaire*.

BOURGES.

A Bourges (*Avaricum*) aboutissaient les voies déjà décrites d'Autun et Decize, d'Orléans et de Tours ; trois autres voies partaient, en plus, de ce point :

1° L'une, retrouvée, sur *Argenton*, par Saint-Florent, Saint-

Digitized by Google

Ambroix (*Ernodurum*), Brives, Saint-Vincent-d'Ardentes (*Alerta*) et Arthon; de là, elle poursuivait sur Culan, sur Limoges et sur Poitiers;

2° Une autre sur *Limoges*, par Châteaumeillant et Ahun;

3 Une autre encore sur *Clermont*, par Levet, Alichamp, Saint-Amand-Montrond, Drevant, L'Etelon, Urçay, Reugny, Saint-Victor, Montluçon (*Neriomagus*), Néris (*Aquæ Neriomagenses*), Montaigut, Montmarault, Saint-Marcel-en-Murat, Chantelles (*Cantilia*), Bellenaves, Vicq, Ebreuil, Champs, Combronde, Davayal, Riom et *Clermont*; cette voie a pu être presque entièrement suivie à ses traces, de Bourges à Chantelles.

On trouve, sur les Itinéraires, une variante entre Alichamp et Montluçon, par La Chappelaude, Courçais, Culan (*Mediolanum*), Loye et Farges.

ARGENTON.

A cause de son pont sur la Creuse, Argenton (*Argentomagus*) fut le point de passage d'un grand nombre de routes.

Outre les deux voies qui venaient de Gièvres et de Tours, et de Bourges, on trouvait encore:

1° La voie d'Argenton à *Culan* (*Mediolanum*), par Bouesse, Neuvy-Saint-Sépulchre, La Châtre, Mont-le-Vic et Châteaumeillant;

2° D'Argenton à *Limoges*, par Saint-Benoît-du-Sault, Morterolles et Bessines;

3° D'Argenton à *Poitiers*, par Chitray, Ruffec, Le Blanc, Ingrandes (*Fines*), Saint-Pierre et Saint-Julien-l'Ars (voie révélée par beaucoup de vestiges).

CLERMONT.

Clermont (*Augusta Nemetum*) fut le point d'accès de voies venant de Lyon, d'Autun et de Bourges; il fut, par d'autres routes, mis en relations avec:

Digitized by Google

1° Limoges, par Pontgibaud, Bromont, Pontaumur, Saint-Avit, Merlange (*Fines*), Aubusson, Ahun (*Acitodunum*), La Chapelle-Saint-Martial, Pontaran, Bourganeuf, Sauviat (*Prætorium*), Saint-Priest-Taurion et Le Palais ; cette voie apparaît sur un grand nombre de points ; Ahun était le point de départ d'un embranchement sur Bourges, par Boussac et Châteaumeillant ;

2° *Périgueux*, par Ussel, Tintignac et Brives.

Plusieurs voies secondaires rayonnaient autour de Clermont :

Sur Billom et Villars-Ville ;

Sur Viverols et Usson (*Icidmagus*), avec embranchement sur Saint-Amand et les Bains du Mont-Dore ;

Sur Sauvagnat, Giat, Briffons et Le Chavanoux.

De Riom, une voie menait à Biollet et Château-sur-Cher.

POITIERS.

Outre les voies allant à Nantes et à Argenton, connues sous le nom de *chemins pavés*, Poitiers (*Limonum*) détachait une autre voie sur *Bordeaux*, par Vivonne, Rom (*Rauranum*), Sainte-Soline, Brioux-sur-Boutonne (*Brigiosum*), La Villedieu (*Fines*), Aulnay-de-Saintonge (*Annedonnacum*), Varaize, Ebéon, Ecoyeux, Saintes (*Mediolanum Santonum*), Saujon, Noyon (*Novioregum*), Arces, Saint-Seurin-d'Usetz, Mortagne (*Tamnum*), Saint-Romain-de-Beaumont, Saint-Disant-du-Gua, Saint-Bonnet, Saint-Ciers-la-Bande, Anglade, Blaye (*Blavia*) ; la voie traversait la Gironde, et continuait par Fort-de-Médoc, Arcins, Soussans, Cantenac, Macau et Bordeaux ; cette voie est jalonnée par beaucoup de traces subsistantes.

LIMOGES.

A Limoges (*Augustoritum*), aboutissaient les voies de Clermont et d'Argenton, dont nous avons parlé ; de ce centre rayonnaient encore plusieurs autres voies :

Digitized by Google

1° De Limoges à *Aulnay-de-Saintonge*, se raccordant avec la voie de Poitiers à Saintes et Bordeaux, par Aixe, Chassemont (*Cassinomagus*), Chabanais, Suaux, Chasseneuil (*Sermanicomagus*), Mouton, Ligné, Tusson, Saint-Fraignes, Chives, Romazières, Contré et Aulnay ;

2° De Limoges à *Périgueux* par Aixe, Séleilhac, Chalus, Firbeix et Thiviers (*Fines*) ;

3° De Limoges à *Tintignac* (*Batiatum*) par Uzerches ;

4° De Limoges à *Evaux*.

TINTIGNAC.

Tintignac (*Batiatum*), à 6 kilomètres au nord de Tulle, fut une place importante et le point de rencontre de plusieurs voies, dont on retrouve les vestiges aux environs :

1° De Tintignac à *Tulle* (*Castrum Tutela*) ;

2° De Tintignac à *Ussel* et *Clermont*, avec embranchement sur *Bourges*, par Felletin et Ahun ; il en reste des murs de soutènement, à Sainte-Ferréole ;

3° De Tintignac à *Brives* et *Périgueux*.

PÉRIGUEUX.

Outre cette dernière voie sur Clermont et sur Lyon, Périgueux (*Vesunna*) comptait trois autres voies importantes :

1° De Périgueux à *Saintes*, par La Tour-Blanche, La Valette, Chermant (*Sarrum*) et Cognac (*Condate*) ;

2° De Périgueux à *Bordeaux*, voie reconnue sur le terrain, par le Camp-de-César, Saint-Astier, Saint-Louis (*Cunnaco*), Saint-Antoine, Coutras (*Corterate*), Libourne, Saint-Germain, Farges-Saint-Hilaire (*Varatedo*) et Bordeaux ;

3° De Périgueux à *Agen*, par Notre-Dame-de-Sanillac, Église-Neuve, Vergt, Saint-Michel-de-Villadeix, Saint-Laurent-des-Bâtons, La Linde, Port-de-Couze (*Trajectus*), Beaumont, Villeréal, Montflanquin, Eysses (*Excisum*), Saint-Antoine et Agen ; avec embranchements : 1° de Eysses à Fumel, Duravel

Digitized by Google

(*Diolindum*), Castelfranc, Luzech, Mercues, *Cahors* (*Dibona*); 2° à *Cahors*, il y avait bifurcation, d'un côté, sur Bach, Varaise (*Varatedo*), Martiel, Villefranche, Malleville, Le Cranton (*Carantomagus*) et *Rodez* (*Segodunum*), et, de l'autre, sur Le Montat, Montpezat, Auty, Mirabel, Cos (*Cosa*), Montauban, Bressols (*Fines*), Fronton, Bouloc, Bruguières, Saint-Alban, Aucamville et *Toulouse*.

BORDEAUX.

Outre les voies de Périgueux, et de Saintes et Poitiers, Bordeaux (*Burdigala*) (1) possédait un certain nombre d'autres voies rayonnantes :

1° Sur Dax, par deux lignes :

a. Par Pessac, La Mothe (*Salomago*), La Teste, Cusan (*Telosium*), Sanguinet, Parentis-en-Born, Ponteux, Saint-Paul, Mirmizan (*Cocquoza*), Bias, Saint-Julien-en-Born, Castets, *Dax* (*Aquæ Tarbellicæ*), voie retrouvée entre Bordeaux et La Mothe, et entre Castets et Dax;

b. Et par Le Barp, L'Hospitalet (*Boïos*), Beliet, Belin, Le Muret (*Losa*), Lipostey, Labouheyre (*Segosa*), Petit-Bouscat (*Mosconnum*), Castets et Dax; cette voie se révèle sur beaucoup de points;

2° Sur *Toulouse*, par Langon, en passant par Cambes (*Stomatas*) et Cérons (*Serione*); là, se rencontrait une bifurcation, d'un côté, sur Toulouse, par La Réole, Bourdelles, Saint-Bazeille (*Ussubium*), Marmande, Taillebourg, Tonneins, Aiguillon (*Fines*), Port-Sainte-Marie, Saint-Hilaire, Agen, Lay-

(1) Bordeaux était célèbre par ses voies, ses remparts et « ses tours qui perçaient les nues »; avec son fleuve semblable à une mer, ses grandes rues bien alignées et ses larges places (pl. IX), chantés par le premier poëte bordelais, Ausone, on voit déjà cette ville dans le passé avec le grand air qu'on lui reconnaît aujourd'hui :

Impia jamdudum condemno silentia, quod te,
O patria, insignem Baccho, fluviisque, virisque,
. . . . . .
Non inter primas memorem; . . . . . .
Fervent æquoreos imitata fluenta meatus . . .

Digitized by Google

rac, Astaffort, Lectoure (*Lactora*) et Fleurance; de là, on gagnait Toulouse par deux voies :

Ou, par Montestruc, *Auch* (*Elliberi*), Marsan, Aubiet (*ad Sextum*), Gimont, Triches (*Hungumerro*), L'Isle-Jourdain (*Bucconis*), Pujaudran, Léguevin (*ad Jovem*), Colomiers et Toulouse; cette voie se retrouve sur le terrain, d'Agen à Auch et Toulouse;

Ou, par Brugnens, Montfort, Savrant (*Sarrali*), La Réole, Cadours, Caubiac, Montaigut, Mondouville, Cornebarieu et Toulouse.

De Langon, un autre embranchement se dirigeait sur Auch, par Bazas (*Cossium*), Soubiran, Maillas (*Tres Arbores*), Losse (*Oscincio*), Gabarret (*Scittio*), Eauze (*Elusa*), Lannepas, Vic-Fézenzac (*Besino*), Saint-Jean-Pontye (*Vanesia*) et *Auch*, ligne apparente entre Eauze et Auch.

3° Bordeaux communiquait encore avec *Lyon*, par deux voies, l'une par Limoges, Ahun et Clermont; l'autre, plus directe, par Périgueux, Brives, Tintignac, Ussel et Clermont.

DAX.

Dax (*Aquæ Tarbellicæ*) fut une ville fortifiée assez importante; deux voies y accédaient de Bordeaux; d'autre part, il en partait :

1° Une voie sur les *Pyrénées*, l'*Espagne* et *Pampelune*, par Benesse, Peyrehorade, Bidache, Arrante, Saint-Palais (*Carasa*), Saint-Jean-Pied-de-Port (*Imo Pyrenæo*), Roncevaux (*Summo Pyrenæo*), voie retrouvée entre Saint-Palais et les Pyrénées; ce passage a été abandonné de nos jours pour celui de Saint-Jean-de-Luz;

2° Une voie sur *Toulouse* par le pied des Pyrénées, par Estibeaux, Orthez, Argagnon, Lucq, Lescar, Pau (*Benehar-num*), Baliros, Nay (*Oppidum novum*), Saint-Pé-de-Bigorre, Lourdes, Bagnères-de-Bigorre (*Aquæ Convenarum*), Capvern, Labarthe-de-Rivière, Montréjeau, Villeneuve, Saint-Gaudens, Beauchalet, Lestellé, Saint-Martory, Martres (*Calagorris*), Saint-Cizy, Lhoum (*Aquæ Siccæ*), Noé, Muret (*Vernosole*) et

Digitized by Google

Toulouse; cette voie se distingue en grande partie de Montréjeau à Toulouse; sur cette voie, à Labarthe-de-Rivière, se rencontre la pile dont nous avons parlé.

De cette voie, partaient plusieurs embranchements :

1° De Pau sur l'*Espagne* et *Saragosse*, par Oloron (*Iluro*), Asasp, Sarrance, Accous (*Aspalluga*), Urdos (*Forum ligneum*), Somport (*Summus portus*) et le col des Moines; de là, à Saragosse; on rencontre à l'entrée de la vallée du Gave d'Aspe, à Pène-d'Escot, une tranchée attribuée à César, avec une inscription;

2° De Montréjeau sur *Auch*, par Franquevielle, Boudruc, Mauléon, Chélan, Pandissac, Masseube (*Belsino*), Seissan, Ornezan, Orbessan, Pavie et Auch;

3° De Montréjeau sur Labroquère et *Saint-Bertrand-de-Comminges* (*Lugdunum Convenarum*).

On retrouve l'ancien passage de la Garonne aux ponts ruinés de Labroquère.

AUCH.

Auch (*Elliberri*) recevait les voies de Bordeaux et Langon à Toulouse, et d'Agen et Lectoure à Montréjeau et Saint-Bertrand-de-Comminges.

TOULOUSE.

Toulouse (*Tolosa*), à l'époque romaine, dut à sa position une extrême importance, et détacha autour d'elle un grand nombre de routes :

1° Les deux voies de *Bordeaux*, l'une par *Agen*, l'autre par *Auch;*

2° Celle du pied des Pyrénées, à Saint-Gaudens, *Pau* et *Dax;*

3 De Toulouse à *Montauban*, *Cahors* et *Rodez;*

4° De Toulouse à *Narbonne*, par Castanet, Montgiscard, Baziége (*Badera*), Villenouvelle, Villefranche-de-Lauraguais, Avignonet, Pesquiers (*Fines*), Castelnaudary (*Sostomagus*), Bram (*Eburomagus*), Villesègue (*Cedros*), Carcassonne (*Carcasso*), Barbaira (*Tricensinum*), Capendu (*Liviana*), Moux, Lé-

Digitized by Google

zignan (*Usuerva*), Villedaigne et Narbonne (*Narbo*), voie qu'on retrouve sur un grand nombre de points, notamment entre Castelnaudary, Carcassonne et Olonzac.

CAHORS.

Cahors (*Dibona*) était le point de passage d'une voie de Eysses à *Rodez*, et la tête d'une voie allant à *Montauban* et *Toulouse*.

On a rencontré d'autres voies dans cette région de la Haute-Guyenne : un chemin de *Cahors* à *Moissac*, emprunté partiellement par la route nationale n° 127 ; de *Moissac*, deux voies secondaires rejoignaient *Castres :* l'une, par Sainte-Livrade, Les Barthes, La Villedieu et Lacour-Saint-Pierre (appelée chemin de l'Estrade) ; l'autre, dit chemin Moissaguais, par Toulvieu, Montbéton et Verlaguet ; le Tarn se passait en bac.

Une borne milliaire, retrouvée à Mazamet, semblerait indiquer que, de Castres, la voie se raccordait, vers Carcassonne, avec la voie de Toulouse à Narbonne.

RODEZ.

Rodez (*Segodunum*) était relié, à Eysses, avec la voie de Narbonne à Arles, et à Lyon ; une voie directe joignait directement cette cité à Javols (*Anderitum*), en offrant une rectification de la route de Lyon par Estables et Marvejols.

RÉSEAUX VICINAUX.

Au réseau de ces voies militaires et des voies secondaires que nous avons pu rattacher aux centres de rayonnement, viennent, et viendront, s'ajouter encore de nombreux groupes de voies secondaires, qui ne figurent pas dans les Itinéraires, et se révèlent chaque jour par les fouilles, les vestiges d'anciens ponts, etc. Malgré les recherches actives auxquelles on ne cesse de se livrer,

Digitized by Google

on n'a pu reconstituer encore le système entier de ces petits réseaux ; on en perd souvent la trace, et, jusqu'ici, l'on ne peut toujours les rattacher d'une manière certaine au reste de la viabilité gallo-romaine.

On trouve, par exemple en Franche-Comté, un grand nombre d'amorces de voies qui se ramifient dans l'Ain, le Jura et le Doubs :

De Saint-Jean-d'Evreux à Rosay ;

De Bellevesvres à Frontenay ;

De Pesseux (sur la Loue) à Villers-Robert et Montholier ;

De Pesseux à Chamblay, Salins, Arc, Boujeailles, Frasne, Pontarlier, Jougne et Orbe ;

De Grandfontaine (près de Besançon) à Ossel, Cramans, Villette, Poligny, Publy et Orgelet, avec embranchements : d'Orgelet sur Charchilla, par le Pont-de-la-Pile, et de Poligny sur Monnet-la-Ville et Charcier ; ces voies se prolongeaient sans doute sur les Villards-d'Héria, où l'on a rencontré des restes importants de fondation romaine ; un autre embranchement, retrouvé de Poligny à Plasne, devait aboutir à Champagnole.

De Grandfontaine, une autre voie allait à Vitreux, Pontailler, Mirebeau et Vaux ; d'Auvet, une ligne conduisait à Mantoche, Gray et Seveux, avec un embranchement sur Montseugny.

Des vestiges de voies retrouvés vers Mont-sous-Vaudrey, à Poligny, à Monciel (près de Lons-le-Saunier), à Saint-Amour, permettent de croire qu'une voie se développait de Poligny à Bourg, se raccordant, d'une part, avec Pesseux par Villers-Robert ou Salins, et avec Besançon par Grandfontaine, et, d'autre part, avec le réseau de la Bresse et Lyon ; un embranchement retrouvé à Montret, près de Louhans, laisse supposer que cette ligne du pied du Jura se reliait aussi à Châlon.

Malheureusement ces voies *per compendium*, construites moins solidement que les voies militaires, se sont effacées et se retrouvent moins facilement.

Sur d'autres points, on a exhumé des réseaux importants autour de centres aujourd'hui disparus.

Ainsi, *Blain* (Loire-Inférieure) avait sept voies qui rayonnaient autour de lui, et une importance si grande, que beaucoup d'archéologues l'ont confondu longtemps avec Nantes.

Digitized by Google

Carhaix (Finistère) était également le centre des voies de l'Armorique.

L'antique *Landunum*, ou plutôt *Lansuine*, sur le plateau de Vertaut, près de Laignes (Côte-d'Or), fut encore une des villes considérables de la Gaule; elle se reliait à Hermendal, Alise et Autun; à *Latisco*, Etrochey et Langres; à Chaource et Troyes; à la voie d'Alise à Tonnerre; on retrouve des vestiges de ces voies dans les bois de Larrey et de Pamphol, à Beauvoir et à Bagneux.

Un réseau important de voies secondaires a été exhumé dans le Gard.

Au pied des Pyrénées, des embranchements secondaires joignaient la grande voie de Dax à Toulouse et à Narbonne, et celle de Narbonne en Espagne, aux établissements d'eaux thermales, très-fréquentées déjà aux temps des Romains, comme les Eaux-Chaudes, Ax (*Aquæ*), Amélie, aux villes comme Bayonne, Tarbes (*Bigorra*), Saint-Lizier (*Austria*), Alet (*Aletha* ou *Electa*), ou bien aux grandes carrières de marbre des Pyrénées, exploitées déjà, comme celles de Sost et de Lourdes.

Le réseau des Gaules, qui n'était, d'après Bergier, que de 9,000 kilomètres à la fin du règne d'Auguste, s'élevait dans l'*Itinéraire d'Antonin* à 13,800 kilomètres, pour toute la surface des Gaules, comprenant la Belgique, les Pays-Bas et les provinces du Rhin, pour une surface d'un quart plus grande que la France actuelle.

Le tableau des voies militaires et provinciales ou vicinales, que nous venons de produire, représente, sur notre territoire seulement, 22,580 kilomètres, et les recherches de chaque jour ne manqueront pas d'augmenter encore notablement ce chiffre.

On pourrait évaluer approximativement l'importance du réseau *per compendium*, en comparant le chiffre actuellement acquis de 22,580 kilomètres du réseau total, au chiffre des Itinéraires, 13,800 kilomètres, diminué d'un cinquième, soit à 11,080 kilomètres; le réseau complémentaire représenterait donc environ 11,500 kilomètres aujourd'hui, déjà plus que la longueur du réseau principal des grandes voies.

Digitized by Google

Ce réseau total des anciennes voies romaines représente à peu près le développement du réseau de nos chemins de fer, qui est de 21,040 kilomètres (1873).

Notre colonie algérienne possédait un ensemble de voies fort important; nous l'étudierons en même temps que le réseau de l'Afrique.

TRAVERSÉES DES PYRÉNÉES. — VOIES DE L'ESPAGNE.

Dans les Pyrénées, trois passages furent pratiqués par les Romains :

1° La voie qui se détachait de Narbonne, arrivait, par Salses et L'Écluse-Haute, au col de Pertus (*in Pyrenæum*), passait à la Junquera (*Juncaria*), et continuait par Girone (*Gerunda*), Barcelone (*Barcino*) et Tarragone (*Tarraco*). C'est la voie que suivirent les légions d'Annibal, de Pompée et de César. Cette ligne se prolongeait jusqu'à Cadix (*Gades*), d'une part, et jusqu'au fond de la Galice, de l'autre, en formant au pied des Pyrénées, de Tarragone à Lugo et à La Corogne, une sorte de chemin de ronde ou de base d'opérations qui raccordait entre eux tous les autres débouchés de Gaule en Espagne, tout comme au nord de la chaîne se développait la ligne de Narbonne à Dax, et tout comme nous l'avons fait remarquer pour les deux versants des Alpes.

2° La seconde traversée se faisait par le *val d'Aspe*, de Pau à Oloron (*Iluro*), Escot, Accous (*Aspalocus*), Urdos (*Forum ligneum*), Somport (*Summus portus*), le col des Moines (*Summo Pyrenæo*), au pied du pic du Midi, et se poursuivait par Baillo (*Ebellinum*), Ardissa (*Forum Gallorum*) et Saragosse (*Cæsaraugusta*). On trouve encore une tranchée faite par César dans la vallée d'Aspe, à Pène-d'Escot.

3° Le troisième passage s'ouvrait de Dax par Saint-Jean-Pied-de-Port (*Imo Pyrenæo*), Castel-Pinon (*Summo Pyrenæo*), et, par la vallée de Roncevaux, gagnait Pampelune et *Alba* ou *Olbia*.

La voie, parallèle aux Pyrénées, qui réunissait tous ces débouchés, partait de Tarragone et gagnait Lerida (*Ilerda*), Huesca (*Osca*), Saragosse, *Cascantum*, Calahorra (*Calagurris*),

Digitized by Google

Tritium, Olbia, Belcia, Virovesca (*Bribiesca?*), Palencia, Astorga et Lugo.

La grande voie de Tarragone à Cadix, tracée par les *Vases Apollinaires*, passait par Tortosa (*Dertosa*), l'ancienne Sagonte (*Saguntum*, près de Murviédro), Valence, *ad Palem, Libisosa, Castulo*, Cordoue (*Corduba*), Séville (*Hispalis*) et Cadix.

Cette voie, comme une artère principale, envoyait des embranchements aux points importants de la péninsule :

1° De Valence à Carthagène, par le littoral ;

2° De Mérida à Saragosse, par *Libisosa*, les sources du Guadiana et *Laminio ;*

3° De *Castulo* à Carthagène;

4° De Cordoue à Mérida;

5° De Séville à Mérida; cette voie, qui complétait le grand circuit, se prolongeait du sud au nord, de Cadix à Santander, par la *via Lata;* elle servit pendant tout le Moyen-Age, sous le nom de *camino de Plata,* ou chemin d'Argent ; elle passait par Mérida, Cacérès, Plasencia, Salamanca et Zamora; on la retrouve sur un grand nombre de points, jalonnée par des bornes milliaires, comme à Grimaldo, Galisteo, Cacérès et Corralès, ou marquée par des ponts magnifiques, comme ceux de Mérida sur le Guadiana, d'Alconetar sur le Tage, de Salamanca sur la Thormes; cette voie était pavée, mais elle est devenue absolument impraticable, notamment entre Plasencia et Salamanca.

Cette route envoyait, de Mérida, un embranchement sur Lisbonne (*Olisippo*), qu'on retrouve à Médellin et à Puebla de la Calzada, et un autre remontant la vallée du Guadiana et rejoignant les mines d'Almaden.

De Lugo, une voie se dirigeait au sud, sur Orense et Braga.

Les Itinéraires indiquent pour l'Ibérie un développement total de 7,700 milles (11,400 kilom.) de voies pavées, qui partaient :

Huit de Saragosse,
Sept d'Astorga,
Cinq de Cordoue,
Quatre de Lisbonne,
Quatre de Braga,

Digitized by Google

Trois de Séville,

Trois de Castulon.

Toutes les voies, portées ou non sur les Itinéraires, qui reliaient les ports, déjà très-nombreux à cette époque, les voies navigables et les bassins entre eux, n'ont pas été recherchées partout avec une activité aussi grande qu'en France; il serait fort précieux de posséder un jour le réseau complet des voies secondaires de l'Espagne, appuyées sur ce grand quadrilatère de ceinture qui, par Tarragone, Carthagène, Cadix et La Corogne, épousait si complétement la forme de la péninsule.

VOIES DE LA GRANDE-BRETAGNE.

La grande voie de Rome en Bretagne arrivait à Boulogne; de ce port, on passait à Douvres (*Dubris*) ou à Sandwich (*Portus Rutupensis*).

Une grande voie militaire (*via Julia*) repartait de Douvres, passait à Londres (*Londinium*) (1) et se prolongeait jusqu'au *mur des Pictes*, qui s'étendait du golfe de Solway à la baie de la Clyde, et qu'on retrouve encore à partir de Bowness, en avant de Carlisle, de Brampton, de Newcastle et de S. Shields. Sept voies partaient de Londres; l'une d'elles se rendait à l'extrémité du Caernarvonshire, pour correspondre, de là, avec Dublin et l'Hibernie.

Il y avait, d'après les Itinéraires, dans la Bretagne, quinze voies pavées, représentant un développement total de 2,579 milles (3,820 kilom.).

VOIES DE L'AFRIQUE.

Les possessions romaines d'Afrique comprenaient l'Égypte, la Cyrénaïque, l'Afrique proprement dite et la Mauritanie. Sous Claude, la Mauritanie était divisée en trois provinces :

---

(1) *Londinium* avait une importance commerciale déjà très-grande; Tacite le qualifie de : «copiâ negociatorum ac commeatuum maximè celebre»; Ammien Marcellin entrevoit la grandeur future de cette cité : « Londinium « vetus oppidum quod Augustam posteritas appellabit ».

Digitized by Google

Mauritanie sitifienne, dont la capitale fut Sétif (*Sitifis*);

Mauritanie césarienne, avec Cherchell (*Cæsarea*) pour capitale,

Et la *Mauritanie tangitane*, capitale Tanger (*Tangis*).

Notre colonie algérienne comprend les Mauritanies sitifienne et césarienne et une petite partie de la tangitane.

Ces provinces étaient reliées à la métropole par la mer, et par des routes de terre qui contournaient la Méditerranée, franchissaient l'Hellespont et rejoignaient Rome par la Macédoine, l'Illyrie, Aquilée et Milan. D'après les Tables de Peutinger, une seule grande voie, contournant le littoral de la Syrie et de l'Égypte, arrivait à la Cyrénaïque et à la Petite Syrte; de *Templum Veneris*, trois routes parallèles traversaient la Zeugitanie, et, à partir de celle-ci, cinq et six routes, raccordées entre elles, sont figurées sur les Tables, courant parallèlement au rivage de la Méditerranée, à travers la Numidie et la Mauritanie jusqu'à l'Océan.

Le réseau de la Mauritanie se reliait à Utique et à Tunis (*Tunes*), et, de là, avec les voies qui se prolongeaient jusqu'en Europe, par trois routes principales :

1° D'Utique à Bizerte (*Hippo-Zarytos*) et Bône (*Hippo-Regius*);

2° De *Cigissa* à *Teglata*, *Bulla Regia*, *ad Aquas* et Bône ;

3° De Tunis (*Tunes*) à *Musti*, Tebessa (*Thevestes*), Constantine (*Cirta*) et Cherchell (*Cæsarea*), avec un embranchement de Tebessa vers l'ouest-sud-ouest, dans la vallée de l'Oued-Djeddi.

Ces voies et le réseau de Mauritanie, qui s'y rattachait, furent pavés et bornés sous Hadrien, puis restaurés à plusieurs reprises par Maximin et par Probus.

L'ardeur pour les recherches archéologiques ayant passé de la métropole à la colonie, le général Carbuccia et nos officiers ont réussi à reconstituer le réseau complet des voies romaines en Algérie, en rétablissant jusqu'à la plupart des bornes milliaires.

De Bône et de Tebessa, deux grandes voies couraient à l'ouest, à peu près parallèlement, l'une par le littoral jusqu'à

Digitized by Google

Nédroma, l'autre par le pied des monts Aurès, des monts Uannugha et la vallée du Chélif, jusqu'aux frontières du Maroc ; on n'est pas assuré que cette seconde ligne ne fût pourtant pas interrompue au passage des défilés de la Kabylie : entre Sétif et Aumale, on trouve bien deux tronçons qui semblent se tendre la main, l'un arrivant à Bordj-Medjana (*Castellum Medianum*), l'autre à Aïn-Zaïda (*Horrea Cœliæ ?*) ; mais on sait d'autre part que les légions n'ont jamais pu franchir les *Biban* ou Portes-de-Fer, défendues par un peuple de Kabyles indomptables, qui interdirent aussi bien l'accès de leur territoire aux invasions vandales, byzantines et arabes ; les Turcs eux-mêmes ne les franchirent qu'en payant tribut.

1° *Voie du littoral.* — La voie du littoral pénétrait par La Calle (*Tunilia*), Mafrag (*Armoniacum*), le cap Rose (*ad Dianam*), et gagnait Bône (*Hippo-Regius*).

De Bône, la voie conduisait à Philippeville (*Rusicade*), en passant devant les carrières de marbre de Djebel-Filfila, exploitées par les Romains, puis à Collo (*Kollops Magna* de Ptolémée, *Chullu* de Peutinger, *Chulli municipium* de l'Itinéraire d'Antonin), ensuite à Mers-el-Zitoun (*Paccianæ Matidiæ*) et à Djidjelli (*Igilgili*) ; de Philippeville, de Collo et de Djidjelli, des embranchements rejoignaient Constantine (*Cirta*). La voie suivait ensuite la côte, par Ziama (*Chioba*), Bougie (*Saldæ*), de là par Kouko (*Turaphilum*), Djema-Sah'aridj (*Bida Colonia*), Tibi-Ouzou et Dellis (*Rusucourus*).

De ce point, la route rentrait un peu dans les terres, passait à Bordj-Menaïel (*Vasara ?*), au col des Beni-Aïcha, et gagnait Alger (*Icosium*), qui fut un port assez peu important sous les Romains, puis *Rusgunia*, Fouka (*Casæ Calvente*), Tefaced (*Tipasa*) et Cherchell (*Cæsarea*).

De Cherchell, la voie se prolongeait par Breske (*Gunugitanus*), l'Oued-Dahmous (*Carteli*), Tenès (*Cartenna*), Yér'rum (*Arsenaria*), pont du Chélif (*Quiza ?*), Mostaganem (*Murustaga*), Arzew (*Portus Magnus*), Mers-el-Kébir (*Portus Divinus*), l'Oued-Malah ou Rio Salado (*Flumen Salsum*), Rachgoun (*Portus Sigensis*), le cap Noé (*Portus Gypsaria* de Ptolémée ou *Artisiga* d'Antonin), Nemours (*ad Fratres*) et ensuite Tanger.

2° *Voie de l'intérieur.* — La seconde voie, de l'intérieur des

Digitized by Google

terres, arrivait par *Capsa*, Haïdra (*Admedera*) et Tebessa (*Thevestes*); elle passait par le pied de l'Aurès, par Okkouis (*Aquæ Cæsaris*), Lambessa (*Lambæsis*), Batna (*Batenæ*), l'Oued-Mérouana (*Labasma*), Ksar-Belezma (*Belesma*), Zana (*Diana Veteranorum*), Zraïa (*Zaraï* ou *Colonia Julia Zaraï*) et Sétif (*Sitifis*).

Entre Sétif et Aumale, on trouve deux lignes de postes marchant vers les Portes-de-Fer; ils protégeaient une voie continue, ou plutôt constituaient une suite de postes avancés, chargés de couvrir la plaine contre les incursions des Kabyles.

De Sétif, une route gagnait Bougie et la voie du littoral, par l'ancien *oppidum* du Drâ-el-Arbâ; puis, au delà du massif du Jurjura, de Dellis ou de Bordj-Menaïel, un embranchement revenait sur Aumale par Tablat (*Tablata*) et Aïou-Bessem (*Castellum Auziense*), complétant la voie de contournement ou d'évitement des plateaux dangereux de la Kabylie.

D'Aumale, la voie reprenait parallèlement au littoral, par Sour-Djouab (*Rapidi* ou *Lamida*), Berouaguïa (*Tirinadi* ou *Tanaramusa Castra*), Mouzaïa (*Velisci*), Médéah (*ad Medias*), Amoura, Milianah (*Malliana*), Pont-du-Chélif (*Tignava Castra*), El-Kadra ou Duperré (*Oppidum Novum*), l'Oued-Tar'ia (*Tigauda Municipium*), Orléansville ou El-Esnam (*Castellum Tingitii*). Cette voie suivait, dans cette partie, la vallée du Chélif, reliant une série de villes qui n'étaient que des *castra*, des *oppida*, des postes-frontières opposés aux Gétules.

D'Orléansville, la voie rejoignait Tenès (*Cartenna*); mais, bien qu'on en perde un peu les traces vers l'ouest, elle devait se continuer sur Mascara (*Victoria?*), par *Tessala*, Sidi-Ali-ben-Youb (*Albulæ*) et Hadjar-er-Roum (*Rubræ*); de Mascara, elle gagnait Tlemcen (*Pomaria*), d'où partaient plusieurs embranchements :

L'un sur Lella-Mar'nia (*Syr*), le col de Bab-Taza, Nédroma (*Calama*) et Nemours (*ad Fratres*);

Un autre sur *Siga* et Rachgoun (*Portus Sigensis*);

Un troisième conduisait à l'Oued-Malah et au littoral, vers Oran, par Aïn-Temouchent (*Timici*).

Entre cette voie et celle du littoral, on rencontrait d'autres lignes de raccordement : outre celle d'Orléansville à Tenès, pro-

Digitized by Google

tégée, comme nos routes algériennes par les blockhaus et les bordjs, par une ligne de postes fortifiés, dont on retrouve les ruines, on en connaît une autre de Cherchell à Milianah, par Hamman-Rir'a (*Aquæ Calidæ*).

De Berouaguïa, se détachait, vers le sud, une voie qui s'enfonçait dans le Sahara (ancien *pays de Zab*) sous la protection d'*oppida* placés près de ruisseaux intarissables, ou bien aux cols et aux défilés ; leurs ruines très-reconnaissables jalonnent cette ancienne voie, qui passait à Saneg (*Usinaza*), Djelfa, et allait jusqu'à Messad-Demmed, sur le bord de l'Oued-Djeddi, limite de la puissance romaine vers le désert ; nous avons reporté la nôtre à 700 kilomètres plus avant !

D'Aumale, un embranchement se dirigeait sur Alger.

La Mauritanie sitifienne, comme aujourd'hui notre province de Constantine, la plus agricole et la plus riche, fut sillonnée par un réseau très-important de voies romaines, se reliant aux voies principales que nous avons retracées.

SÉTIF.

De Sétif, l'ancienne capitale, rayonnaient des voies sur Tebessa, sur les Portes-de-Fer, sur Bougie et sur Constantine.

CONSTANTINE.

Constantine (*Cirta*) paraît avoir été, déjà sous les Romains, plus important que Sétif ; on retrouve presque entièrement les vestiges des huit routes qui s'en détachaient :

1° De Constantine à Sétif, il y avait deux voies : l'une, par Aïn-Kerma, Arsacal (*Kasara*), la fontaine des Eulma (*Eulma*) et Ksar-Temouchent ; l'autre, par Khraneg (*Tiddis*) (vestiges d'un embranchement qui allait vers Collo), Mila (*Mileum*), Djemila (*Cuiculum*) et Kasbaït (*Mons*) ; cette voie, utilisée de nos jours, passe vers l'Oued-Merouana, près des ruines de l'ancienne *Lamasba*, qui offre elle-même les vestiges apparents de cinq anciennes voies romaines rayonnant autour d'elle.

Digitized by Google

2° Une voie reliait Djidjelli à Constantine.

3° Une autre se dirigeait sur Collo.

4° De Constantine à Philippeville, une voie retrouvée, de 6 mètres de largeur, passait par Le Hamma (*Azimacia*), El-Kantours (*ad Centuriam*) et Gastonville (*Villa Sele?*).

5° De Constantine à Guelma et Souk-Arras (*Bagradas*), la route touchait aux ruines de Ksar-Mahdjouba (*Seniore*), d'El-Haria, à Guelma (*Suthul*, plus tard *Calama*), puis à Announa (*Tibili*) (avec embranchement sur les eaux de Hamman-Meskhroutin, *Aquæ Tibilitanæ*) et Souk-Arras (*Bagradas* ou *Thagaste*); cette voie, très-bien conservée, se prolongeait jusqu'à Khemissa (*Tubursicunum Oppidum*), Tifech (*Tipasa?*), Mdaourouch (*Madauris Oppidum* ou *Madaure*, patrie de saint Augustin et d'Apulée); elle rejoignait même Tebessa, Haïdra et *Capsa*.

6° Une autre voie reliait Constantine à Tebessa par l'ancienne *Sigus* et ses carrières, par Aïn-el-Bordj, Drà-el-Hadeb, Enchir-Halloufâ, Hamman et Aïn-Chabrou, anciens postes ruinés qui gardaient cette route.

7° Constantine communiquait avec Lambessa, par Aïn-Mlilia (*Visalta*), Tattubt et Oum-el-Isnam (*Tadutti*).

LAMBESSA.

Lambessa fut une ville importante, fondée presque entièrement par la III° légion romaine, dont on trouve le sigle sur presque toutes les pierres des monuments.

Outre les voies précédentes qui venaient de Sétif, de Constantine et de Tebessa, et qu'on retrouve avec leur bordure de *tumuli* et de tombeaux, Lambessa envoyait une ligne importante vers le sud-ouest, dans le désert.

Cette voie se dirigeait sur Biskra, et se reconnaît aux travaux d'art et aux ruines des postes qui la couvraient; elle passait par El-Biar (*ad Basilicam Diadumene*), Tagouzide, Aïn-Touta (*Symmachi?*), Fedala (*ad Duo Flumina*), le pont d'El-Kantra, El-Kantra (*Calceus Herculis*), Mguesba (*Burgum Speculatorum*), El-Hamman (*Aquæ Herculis*), El-Outaïa (*Mesar-Filia?*)

Digitized by Google

et Biskra (*ad Piscinam* ou *Ouesker*). D'El-Kantra ou d'El-Outaïa, un embranchement gagnait l'oasis de Bou-Sâda par Tobna (*Tubuna*), les anciennes carrières romaines de Mokta-el-Hadjar, contournait le Chott-el-Saïda par Msila ou les ruines romaines de Bechilga (*Zabi?*), et Aïn-Benian.

Arrivée à Biskra, la voie bifurquait : d'un côté, sur l'Oued-Djeddi, ligne de défense du côté du Sahara, par Kasbat (*Gemellæ?*) et les ruines de Ben-Thious, pour tendre sans doute la main aux postes de la route de l'ouest, que nous avons laissée à Messad-Demmed ; et d'un autre côté, à l'est, sur Tehouda (*Thabudeos*), Liana et Badès (*ad Badias*).

TEBESSA.

Tebessa n'eut pas une importance moindre que Lambessa et Constantine ; il nous reste de son ancienne splendeur des monuments admirables, entre autres un arc de triomphe *quadrifrons*, plus beau que celui de Janus à Rome. C'était le point de départ ou de passage de huit routes dont on retrouve les vestiges. Après les voies d'Haïdra et Tunis, de Souk-Arras et Guelma, de Constantine et de Lambessa, on remarque surtout une voie dirigée au sud, dans les gorges de Rfana, taillée dans le roc sur 2 kilomètres, avec ses ornières marquées, et desservant autrefois les carrières de marbre exploitées par les Romains.

VOIES DE L'ASIE.

Deux voies militaires, partant de Rome et d'Aquilée, arrivaient en Thrace sur les rives de l'Hellespont : l'une, par l'Illyrie et la Macédoine, à Thessalonique et à Sestos ; l'autre, par le Danube et Belgrade, à Byzance.

La première passait en Asie, en traversant l'Hellespont, de Gallipoli à Lampsaque ou de Sestos à Abydos ; l'autre, en passant le détroit de Constantinople.

L'une se poursuivait, par le littoral de la Mysie, de la Lydie, de la Cilicie, la Syrie, la Phénicie, la Palestine et l'Égypte, jusqu'à Alexandrie, sur une longueur de près de 2,400

Digitized by Google

kilomètres; de là, elle gagnait Tunis, Carthage et Utique, par une nouvelle ligne de 2,700 kilomètres, et se reliait ensuite au réseau de la Mauritanie, par les trois lignes que nous avons indiquées, présentant ensemble une longueur totale de 450 kilomètres avant d'atteindre la frontière algérienne.

On retrouve les traces de cette voie, de Pamphylie à Selefké, aux défilés de Tarsous, appelés les *Pyles ciliciennes*, et, sur son passage, on rencontre une porte antique, entre Lamas et Kannideli (dans la Cilicie-Trachée).

L'autre voie, par des embranchements, rejoignait, ou la route de Syrie par la Bithynie, la Phrygie et la Cappadoce, par Anazarbe et Mopsueste; ou bien, le cours de l'Euphrate et la Mésopotamie; ou encore, par la Paphlagonie, le Pont et l'Arménie, le cours du Phase et la Mer Caspienne.

Les Tables de Peutinger, dans la partie de l'Asie Mineure, de l'Assyrie, de la Mésopotamie et de la Syrie, figurent un réseau de voies aussi serré que dans les parties les plus peuplées de la Gaule. On croit toutefois que beaucoup de ces voies de l'extrême Orient n'étaient pas construites aussi magnifiquement que celles d'Occident, et qu'elles n'étaient souvent que tracées par des bornes élevées de distance en distance, ou même, dit-on, par de simples balises dans les déserts.

En Égypte, à la voie de Péluse à Alexandrie, se rattachaient une voie romaine de Péluse à *Serapeum* et à Memphis, et une autre d'Alexandrie à Memphis; pour relier le Nil à la Mer Rouge, des voies partaient de Coptos, sur le Nil, et allaient à Bérénice ou à Myos-Hormos, sur la Mer Rouge; ces deux voies furent peut-être créées par Ptolémée, mais elles furent réparées par les Romains.

Jaloux de ne se laisser surpasser par aucun peuple, les Romains s'inspirèrent, pour essayer de les reproduire, des magnifiques avenues monumentales qu'ils avaient pu admirer en Égypte, de ces *dromos*, qu'ils avaient rencontrés à Thèbes, à Memphis, à Héliopolis : le principal *dromos* de la plaine de Thèbes a 2,300 mètres de longueur, 20 mètres de largeur et une bordure gigantesque de 600 sphinx distribués de chaque côté; celui d'Héliopolis, faisant suite à une merveilleuse série de *Propylons*, se continue sur une largeur de 27 mètres, avec la même haie de sphinx majestueux.

Digitized by Google

Les Romains ne réussirent pourtant pas à faire aussi grand; on retrouve quelques-uns de leurs *dromos* en Cilicie, traversant les villes ou reliant les ports aux cités, généralement éloignées à dessein ; à Soli, près de Pompéïopolis, un *dromos* reliait le port à l'enceinte de la cité : il était bordé de deux cents colonnes, dont quarante-trois sont restées debout ; à Anazarbe, les quatre portes étaient réunies par deux *dromos* intérieurs tracés à angle droit, avec des lignes de colonnes dont on ne retrouve plus que les socles.

Pour passer d'Italie en Grèce, en Afrique, on ne s'imposa que rarement les longs détours de ces routes; on usa largement de la voie de mer; pour aller en Afrique, on passait, dans l'origine, en Sicile, puis de Lilybée à Carthage ou à Tunis, de là en Mauritanie ou en Égypte par les routes du littoral; plus tard, on ne craignit pas de se lancer dans la haute mer.

D'Italie en Grèce, on franchissait le détroit d'Otrante, entre Otrante et Apollonie, ou de Brindes ou Bénévent à Durazzo ; Marcus Varron, lieutenant de Pompée, voulut même un jour jeter un pont pour communiquer directement d'Otrante à Apollonie.

RÉCAPITULATION ET COMPARAISON AUX RÉSEAUX MODERNES.

En récapitulant toutes les longueurs partielles, on trouve, pour le développement total des 372 voies portées dans l'Itinéraire d'Antonin, d'après Bergier, les résultats suivants :

	Milles romains.	Kilomètres.
Italie	13.024	19.289
Gaule	9.320	13.803
Espagne	7.700	11.404
Grande-Bretagne	2.579	3.820
Sicile	1.362	2.017
Sardaigne	200	296
Corse	125	185
Afrique (moins Egypte)	9.348	13.844
Egypte	1.500	2.222
Asie	8.500	12.589
	53.658	79.469

Digitized by Google

Les Tables de Peutinger, postérieures de 150 ou 200 ans à l'Itinéraire d'Antonin, donneraient un développement bien autrement plus considérable ; mais cette supputation est très-longue et très-pénible à faire, et l'on n'aurait probablement encore qu'une partie du développement total; l'étendue du réseau complet du reste fut notablement plus considérable que ne l'accuseraient tous les Itinéraires; nous avons vu que, pour la France actuelle, on a retrouvé déjà près de 11,500 kilomètres de voies vicinales non portées dans l'Itinéraire d'Antonin, et ces voies jouèrent pourtant dans la viabilité antique un rôle plus important peut-être que les routes départementales de notre temps.

Ces voies vicinales furent exécutées d'une façon relativement économique, mais les voies militaires portées sur les Tables et comprises dans les calculs précédents, furent pavées et construites avec le plus grand soin, si ce n'est même avec le plus grand luxe; il nous a paru intéressant de rechercher ce que pouvait représenter comme dépenses l'exécution de ce réseau militaire, sans l'aide des corvées, des légions, en prenant pour type le profil moyen d'une chaussée de $3^m,60$ entre les bordures, avec deux *marges* de $0^m,60$ et un *agger* de $1^m,00$ d'épaisseur : aux prix de main-d'œuvre actuels, qui ne sont pas sensiblement supérieurs à ceux que nous donne l'édit de Stratonicée, le mètre courant de voie, avec son pavage, ses bordures, les montoirs, ne coûterait pas moins de 80 à 90 francs ; en prenant une moyenne de 85 francs, la construction des 79,500 kilomètres de voies romaines d'Antonin représenterait une dépense de 6,758 millions, soit d'environ 7 milliards, sans compter les frais d'exécution du *réseau vicinal*, qui correspondait aux routes départementales, ni du *réseau agraire*, qui correspondait à notre petite vicinalité.

Pour fixer les idées, et trouver en ces dépenses des termes de comparaison, nous rappellerons les prix d'établissement du réseau complet de nos routes et chemins de France, et du réseau de nos voies ferrées, arrêtés en 1873 :

Digitized by Google

	Longueur totale exécutée ou concédée.	Dépense kilométrique moyenne.	Dépenses totales faites ou à faire.
Routes nationales pavées.....	3.388kil.	62.500 fr.	211.750.000fr.
— empierrées...	34.812	37.500	1.305.450.000
Routes départementales.....	48.694	25.000	1.217.350.000
Chemins vicinaux de grande communication.....	85.453	13.500	1.153.615.000
Chemins vicinaux d'intérêt commun.....	82.082	7.000	574.574.000
Chemins vicinaux de petite communication.....	384.256	4.000	1.537.024.000
Routes forestières ou thermales.	1.700	»	»
Totaux.....	640.385kil.	»	5.999.763.000fr.
Chemins de fer.....	21.040kil.	443.378 fr.	9.329.000.000fr.

Nous voyons que les frais de construction du réseau des grandes voies romaines, bien qu'appliqués à 79,500 kilomètres seulement, représenteraient une dépense supérieure à celle qu'a nécessitée la création de tout notre réseau de routes de 640,000 kilomètres ; ce prix de revient élevé le rend plutôt comparable à notre réseau ferré.

Les chemins de fer nous offrent encore un moyen de mieux fixer les idées à l'endroit du réseau romain, par un curieux rapprochement entre le développement de ce dernier et le leur propre, sur la portion de territoire qui correspond actuellement aux anciennes possessions de l'empire romain. En réunissant, en effet, les voies ferrées de l'Europe actuelle, diminuée d'une partie de la Hollande, de l'Allemagne (au delà du Rhin, de la Theiss et du Danube), de la Russie, du Danemark, de la Suède et de la Norvége, en ajoutant celles de l'Égypte, de l'Algérie et de la Turquie d'Asie, nous trouvons pour longueur totale :

	Long. kil. totale.	
Chemins de fer français.	21.040k	Concédés au 1er janvier 1873.
» italiens.	5.772	Concédés au 1er janvier 1870.
» espagnols. . . .	5.407	
» portugais. . . .	694	
» austro-hongrois	8.051	
A reporter.	40.964k	

Digitized by Google

	Long. kil. totale.	
Report.	40.964 k	
Chemins de fer ottomans	1.036	Concédés au 1er janvier 1870.
» de la Turquie d'Asie.	102	
» belges.	2.170	
» hollandais (partie)	700	
» suisses	1.474	
» grecs	8	
» anglais	24.760	
» égyptiens. . . .	671	
» algériens	186	
» badois, wurtembergeois et bavarois.	4.498	
Total.	76.569 k	

Nous laissons en dehors de ce calcul :

Chemins prussiens	12.824 k	Exécutés au 1er janvier 1870.
» hollandais (partie) . .	729	
» russes.	4.407	
» danois	682	
» suédois-norvégiens. .	2.136	
Total.	20.778 k	

Nous voyons ainsi que l'ensemble du réseau ferré, compris dans les anciennes limites de l'empire romain, représente sensiblement, avec une répartition différente, il est vrai, le développement des grandes voies romaines ; une carte des chemins de fer de l'Europe, dans l'ancien cadre romain, figurerait donc assez exactement, comme étendue, l'importance du seul réseau des voies militaires, réseau, rappelons-le, fort éloigné de comprendre tout le système de la viabilité antique.

Digitized by Google

CHAPITRE VI

PONTS ET VIADUCS.

Toutes ces voies rencontrèrent sur leur passage un grand nombre de cours d'eau; les petites rivières, surtout quand elles furent encaissées, jusqu'à 20 et 25 mètres et même plus de largeur, se franchirent sans difficultés, avec des ponts d'une seule arche appuyée sur deux culées solides ; la traversée des cours d'eau plus larges, à rives plates, à fond mobile, présenta plus de complication, et fut moins résolûment et moins largement abordée par les constructeurs romains. Ils les évitèrent le plus possible dans le tracé de leurs voies, s'imposèrent les plus longs détours pour profiter d'une construction déjà faite ou éviter un ouvrage difficile, et laissèrent un grand nombre de voies livrées aux hasards d'une traversée en bac ou même à gué.

TRAVERSÉES DES RIVIÈRES.

Le réseau considérable que nous avons décrit, ne rencontra pas, en conséquence, les grandes rivières sur un nombre de points bien considérable; nous pouvons les énumérer facilement.

ITALIE.

Tibre : huit ponts à Rome, pont de Rimini, sur la Marecchia ; ponts de Vicence, sur le Rérone et le Bacchiglione ; pont de Narni, sur la Néra; ponts Salaro et Mammolo, sur l'Anio ;

Digitized by Google

pont de Calgi, sur le Métauro ; pont sur le Vulturno ; pont de Bassano, sur la Brenta; pont d'Aoste, sur la Doire-Baltée.

Ce sont les ponts qui ont subsisté le plus tard, ou sur lesquels on a des données plus certaines ; ils sont, pour la plupart, situés sur des affluents secondaires ; on ne retrouve plus aucun vestige des ponts qui ont pu franchir les grands fleuves de la Lombardie ; leurs restes ont été enfouis par les exhaussements successifs des rives et du lit.

Les voies de l'Italie devaient franchir au moins encore :

Le Pô (*Padus*), à Turin, à Plaisance, à Crémone, à Ostiglia (*Hostilia*) et vers *Hadrianum* (aux bouches);

Le Tanaro (*Tanarus*), à Asti et à *Pollentia* (?) ;

Le Tessin (*Ticinus*), à Pavie, et entre Milan et Novare ;

Le Mincio (*Mincius*), à Mantoue ;

L'Adige (*Athesis*), à Vérone et à *Pons Drusi* (?) ;

L'Arno (*Arnus*), à Pise et à Florence ;

L'Ombrone (*Umbro*), vers Grosseto.

GAULE.

1° Dans la bassin de la Méditerranée :

Le Var (*Varus*) se passait à gué vers son embouchure ; la Siagne, vers Cannes ; l'Argens (*Argenteus*), à Fréjus et à Châteauneuf (*Forum Voconii*) ; on retrouve des ponts romains à Grimaud (*Samblacis*, près de Saint-Tropez), puis sur l'Arc, et sur la Touloubre (*Cænus*), près de Saint-Chamas.

Le Rhône (*Rhodanus*) était traversé à Arles (culées restantes), à Fourques, à Bellegarde, à Beaucaire (*Trajectus*), à Anconne (?) et à Valence (?), à Lyon (Guillotière), à Genève et à Saint-Maurice (culées restantes) ;

Le Gardon (*Vardo*), à Remoulins ;

La Durance (*Druentia*), entre Barbentane et Avignon (bac), à Cavaillon et à Sisteron ; et son affluent, le *Caulon*, sur le pont *Julian*, près d'Apt.

La Sorgues était traversée à *Cypresseta* (bac) et à Vaison (pont) ;

Digitized by Google

L'Isère (*Isera*), à Valence et à l'aval de Grenoble ; et la Romanche, entre Vizille et le Bourg-d'Oisans ;

La Gère (*Gera*), à Vienne sur plusieurs ponts ;

La Saône (*Arar*), sur quatre ponts à Lyon, à Châlon (au gué de Mantoche) et à Pontailler ; le Doubs (*Dova*), sur deux ponts (ruines) à Dôle, sur le Pont-Battant à Besançon, et à Mandeure ; le Drugeon, à La Chaux-d'Arlier (pont) et à Pontarlier ;

L'Ain (*Idanus*), au Pont-de-la-Pile et à Champagnole ;

Le Chéran, au Pont-de-Bauge, et le Fier, au Pont-Saint-Clair.

Le Vidourle était franchi au pont d'Ambrois (ruines) et à Sommières (conservé) ;

L'Hérault (*Arauris*) à Florensac, l'Orb (*Orobis*) à Béziers, l'Aude (*Adia* ou *Atax*) à Narbonne (pont), à Carcassonne et au Pont-Pertusat (*ad Nonum*) ;

Le Têt (*Telis*) à Perpignan, le Tech au pont de Céret (ruines).

2° Dans le bassin du golfe de Gascogne :

L'Adour (*Aturus*) était passé à Bagnères-de-Bigorre et à Dax ;

Le Gave de Pau (*Gabarus*), à Pau et à Lourdes (ruines).

La Garonne (*Garumna*) se traversait à Montréjeau, à Toulouse, à Agen, et la Gironde vers Blaye (bac) ;

La Dordogne (*Dorononia*), à Port-de-Couze (bac) et vers Libourne ; l'Isle, à Périgueux (six ponts) et à Coutras ;

Le Lot (*Oltus*), à Aiguillon, Villeneuve-d'Agen et Cahors ;

Le Gers (*Ægirtius*), à Auch et à Lectoure ;

Le Tarn (*Tarnis*), à Sainte-Rome et vers Les Barthes (bac) ;

L'Aveyron (*Avario*), à Rodez et vers La Pointe.

La Charente (*Carentonus*) était rencontrée à Saintes, à Angoulême, vers Cherme et vers La Péruse.

3° Dans le bassin de la Loire, les voies traversaient :

La Loire (*Liger*), au Puy, à Andrézieux, à Feurs, à Roanne, à Chambilly, à Digoin, à Diou (ruines), à Decize, à Orléans (pont), à Blois (pont), à Amboise (pont), à Tours (pont) et à Nantes (bac) ;

L'Arroux (*Arotius*), vers Digoin ;

L'Allier (*Elaver*), à Brioude (pont), près de Vertaizon, à Moulins et près de Saint-Pierre ;

Digitized by Google

Le Loiret (*Ligerinus*), à Dordives (pont);

Le Cher (*Caris*), à Montluçon, à Châteauneuf, à Chabris, à Bléré et à Saint-Avertin;

La Vienne (*Vigenna*), à Limoges, vers Chabanais, à L'Isle-Jourdain, à Chauvigny, à Châtellerault et à Chinon;

L'Indre (*Inger*), vers La Châtre, à Loches et à Pont-de-Rouen;

La Creuse (*Crosa*), vers Ahun et à Argenton, et le Clain (*Clennus*), à Poitiers;

Le Loir (*Ledus*), à Châteaudun, à Vendôme et à Château-du-Loir;

La Sarthe, au Mans et à Angers;

La Mayenne (*Meduana*), à Saint-Léonard (gué).

La Vilaine (*Vicinovia*) se passait au gué de l'Isle, près de La Roche-Bernard; la Rance à Rennes, l'Orne (*Olina*) à Caen, et la Toucques à Lisieux.

4° Dans le bassin de la Seine, on traversait:

La Seine (*Sequana*), à Caudebec, à Rouen, à Lutèce (deux ponts), à Montereau, vers Bray, à Nogent, à Pont-sur-Seine, à Troyes et à Châtillon;

L'Oise (*Isara*), à Pontoise (*Briva Isaræ*), à Précy, à Creil, à Pont-Sainte-Maxence (*Litanobriga*), à Noyon et vers La Fère; l'Aisne (*Axona*), à Vic-sur-Aisne, à Soissons, à Béry-au-Bac, à Neufchâtel, à Château-Porcien et à Attigny; la Vesle, au gué de Braine;

La Marne (*Matrona*), vers Charenton, à Meaux, à Château-Thierry, à Chalons et à Langres;

L'Yonne (*Icauna*), à Pont, à Sens, à Joigny et à Auxerre;

L'Armançon (*Hermentio*), à Avrolles (*Eburobriga*), à Tonnerre et à Lézinnes (ponts).

La Somme (*Samara*) se passait à Amiens, et à gué vers son embouchure.

L'Escaut (*Scaldis*) était franchi à Cambrai, à Saint-Quentin et à Escaut-Pont (*Pons Scaldis*); la Scarpe, à Arras.

5° Dans le bassin du Rhin, les routes débouchaient sur:

Le Rhin (*Rhenus*), vers Rheineck (Suisse), à Mayence, à Cologne, à Utrecht et à Hervelt (*Trajectus*);

L'Aar (*Arola*), à Soleure;

Digitized by Google

La Moselle (*Mosella*), à Pont-à-Mousson, à Metz, à Trèves et à Coblentz ; la Meurthe (*Murtha*), à Nancy ; la Sarre (*Serra*), à Sarrebourg.

La Meuse (*Mosa*) était traversée à Pagny, à Verdun, à Mouzon et près de Mézières.

ESPAGNE.

On retrouve un grand nombre de ponts en Espagne, presque tous restés debout, ou laissant des ruines importantes : sur le Llobregat (*Rubricatus*), à Martorell, près de Barcelone ; sur le Huescar, à Cuença ; sur le Guadiaro, à Ronda, près de Malaga ; sur le Guadalquivir (*Bœtis*), à Cordoue, près de Cadix ; sur le Guadiana (*Anas*), à Mérida ; sur le Tage (*Tagus*), à Alconetar et à Alcantara ; sur le Tamega, à Chaves ; sur le Minho (*Minius*), à Orense ; sur le Nallon, à Olloniego ; sur la Sella, à Cangas de Onis ; sur l'Ebre (*Iberus*), à Ona ; sur le Douro (*Durius*), à Lubia et à Almazan.

Les anciennes voies rencontraient encore : l'Ebre, à Saragosse et près de Tortosa ; le Guadalaviar, à Valence ; le Huescar, à Castellon ; le Douro, à Zamora.

AFRIQUE.

On retrouve en Afrique des ruines de ponts sur le Chélif, à El-Kadra par exemple, celles du pont de Constantine sur le Rummel, et le pont d'El-Kantra.

ASIE.

En Asie, on trouve des ruines de ponts romains à Selefké, à Adana, à Mopsueste et à Sangaris.

Cette récapitulation, qui nous met sous les yeux environ deux cent cinquante passages importants, qui en omet peut-

Digitized by Google

être cinquante autres, montre combien les Romains étaient ménagers de ces travaux.

Nous pourrions comparer avec orgueil, pour chaque rivière, le nombre des ouvrages que nous avons accumulés après eux. Nous dirons seulement qu'en France le développement des ponts sur nos routes et chemins de terre représente 106 kilomètres, et que, sur les chemins de fer, on trouve pour 21,000 kilomètres (dernière statistique du 31 décembre 1867) :

	Nombre d'ouvrages.	Longueur totale.
Ponceaux et aqueducs de moins de 5 mètres d'ouverture	23.704	37.585m,25
Ponts de 5 à 20 mètres d'ouverture entre les culées.	2.411	21.243 35
» de plus de 20 mètres entre les culées	739	58.393 85
Viaducs de plus de 10 mètres de hauteur	266	45.607 90
Totaux.	27.120	162.830m,35

soit une longueur totale de 269 kilomètres environ.

MOYENS DE TRAVERSÉE.

Les traversées se firent avec des ponts en pierre, en pierre et en bois, en bois, des ponts de bateaux, des bacs, et enfin à gué. Sauf pour un certain nombre de cas où l'on retrouve les vestiges des constructions qui servirent au passage, ou, à défaut, des indications historiques précises, on n'est pas toujours bien fixé sur la nature exacte de la solution adoptée pour tous les points précédents.

L'étymologie peut parfois aider dans cette détermination : la présence du radical *briv* ou *brig,* venant du celtique, qui signifie *pont*, ou le mot *pons* dans le nom latin, dénonce l'existence d'un ancien pont, ouvrage alors assez remarquable et assez rare pour qu'on le rappelât dans le nom de la ville; ainsi : *Samarobriva* (Amiens), *Litanobriga* (Pont-Sainte-Maxence), *Briva* (Brioude), *Brigiosum* (Briou-sur-Boutonne), *Briovira* (Pont-sur-Vire, Saint-Lô), *Briva Isaræ* (Pontoise), *Carobriva* (Pont-du-Cher), *Pons Icaunæ* (Pont-sur-Yonne), *Pons Sarravi* (Sarrebrück), etc.

Digitized by Google

L'annotation de *Trajectus*, dans les Itinéraires, spécifie un passage en bac ou à gué, comme à Beaucaire sur le Rhône, à Utrecht sur le Rhin, au Port-de-Couze sur la Dordogne, etc.

Après la conquête, les Romains, pour effacer les vieux souvenirs, unifier les habitudes et le langage, et anéantir les traces des anciennes origines, suivant une habitude qui s'est depuis eux consacrée, imposèrent aux villes des noms nouveaux; dans cette nomenclature, ils suivirent des règles assez uniformes et cherchèrent à rappeler certaines particularités spéciales; ainsi, les villes situées au confluent d'une rivière s'appelèrent souvent *Condate*, comme Montereau; la désinence *durus*, *durum*, *dunum* ou *tunum* caractérisa le nom des villes situées sur une rivière : *Lugdunum* (Lyon), *Virodunum* (Verdun), *Cæsarodunum* (Tours), *Augustodurus* (Bayeux), *Octodurus* (Martigny), *Andematunum* (Langres), etc.

L'indication *Trajectus* des Itinéraires, ou le raccordement retrouvé de certaines voies pavées avec le lit de la rivière pour le passage à gué ou en bac, a permis de conclure avec certitude à l'absence de ponts sur des voies importantes, à la traversée même de grands fleuves; il en est ainsi pour la grande voie de Saintes à Bordeaux au passage de la Gironde vers Blaye, pour la traversée de la Dordogne au Port-de-Couze sur la voie de Périgueux à Agen et Toulouse, pour celle de la Saône à Mantoche sur la voie de Châlon à Strasbourg, ou sur la voie Aurélienne à l'embouchure du Var, etc., et cela, quand même on n'avait pas, comme à Beaucaire, dans les cas de glaces ou de grandes crues, la ressource de passer, au prix d'un détour de 40 à 50 kilomètres, sur des ponts voisins, comme celui d'Arles. Bien qu'elles eussent moins d'importance, à une époque où le temps avait moins de prix, ces lacunes n'étaient pas moins un vice sérieux de ce réseau, si remarquable à tant d'autres titres.

Dans certains cas, comme pour la Gironde, pour la Seine à Rouen, la Loire à Nantes, sur des fleuves sujets aux marées, avec des fonds de vase, de grandes profondeurs d'eau et des courants assez forts, les difficultés matérielles étaient grandes, dans ce temps-là surtout; on conçoit que les Romains aient renoncé à résoudre alors le problème; mais, dans beaucoup d'autres cir-

Digitized by Google

constances, sur la Saône, la Dordogne, la Vesle, on s'explique moins leur négligence, quand on les voit accumuler ailleurs de grands ouvrages, dans des conditions plus difficiles, sur de très-petits parcours : ainsi, d'Orléans à Tours, sur la Loire, pour 120 kilomètres, on trouvait quatre ponts, à Orléans, Blois, Amboise et Tours; dans les villes, comme Lyon, Périgueux, on trouvait quatre ponts sur la Saône, six sur l'Isle, tandis qu'on ne trouvait probablement pas un seul pont sur la Seine, en aval de Lutèce, sur 200 kilomètres, et que sur le Rhône, de Lyon à Arles (300 kilomètres), il n'y avait que les ponts d'Anconne et de Valence, dont l'existence est même fort contestée. La répartition de ces ouvrages était donc fort inégale et fort capricieuse.

Les difficultés de construction ne suffisent pas toujours à expliquer une pareille incurie. Il faut en rechercher la cause dans un défaut de direction centrale. Les routes militaires s'exécutaient bien aux frais de l'Etat; mais, dans la Gaule surtout, ce réseau, commencé fort tard, fut bientôt surpris par les embarras financiers de l'Empire : le réseau dut s'achever dans les conditions des voies vicinales; la voie elle-même s'exécutait bien avec le concours d'impôts très-nettement assis, des corvées, des réquisitions; mais les grands ponts, qui concentraient sur un trajet très-court des sommes considérables d'argent, d'efforts et de patience, exigeaient des subventions spéciales qui ne s'offraient pas toujours; les accidents qui ruinaient si fréquemment alors les ponts, décourageaient encore de les entreprendre.

Dans le voisinage immédiat des villes, soit que les besoins fussent plus urgents ou que les ressources fussent plus abondantes, on mit beaucoup d'orgueil à créer ces ouvrages; il est probable même qu'on déploya parfois à cet endroit un luxe excessif; on ne se représente pas bien, par exemple, la nécessité, pour le temps, de sept ponts à Périgueux.

Par contre, dans la campagne, les ouvrages pour la traversée des rivières, plus éloignés des besoins immédiats, des contribuables, peut-être de la vue et de l'admiration des passants, furent plus délaissés.

Les Romains eurent bien la pensée d'établir des péages sur

Digitized by Google

les ponts comme sur les routes, mais ce fut une mesure purement fiscale, destinée dans l'origine à assurer l'entretien, plus tard à augmenter les ressources du Trésor obéré ; ils ne songèrent pas à affecter ce revenu au remboursement d'une avance faite pour la création du pont ; c'est seulement le Moyen-Age qui saura mettre largement en pratique cette utile combinaison, et faire ainsi suppléer, par l'initiative privée, l'initiative impuissante de l'État.

Reconnaissons toutefois que si, de notre temps, de pareilles solutions de continuité n'existent plus guère, même sur le parcours de nos chemins vicinaux, c'est que nous nous sommes affranchis des coûteuses constructions en pierre ; les ponts suspendus, les ponts métalliques, à grandes portées, en diminuant le nombre des piles, les difficultés de fondation et le prix d'établissement, nous ont permis d'aborder d'un seul coup un grand ensemble de travaux de ce genre, que, sans cela, nous aurions probablement à réclamer encore.

PONTIFES.

D'après les uns, et Plutarque entre autres, les premiers ponts à Rome furent construits ou entretenus par les chefs de la religion, auxquels la reconnaissance populaire décerna le nom de *pontifes ;* suivant d'autres, les difficultés de construction, à l'origine, parurent si grandes, que les premiers constructeurs heureux n'eurent pas de peine à se faire attribuer, par la superstition, un pouvoir surnaturel et un caractère sacré, et à conquérir bientôt une très-grande influence. Quoi qu'il en soit, pendant toute l'époque romaine, l'entretien des ponts fut l'objet d'une véritable piété religieuse. — Au Moyen-Age, nous verrons de même plusieurs ordres religieux ou les évêques, sous la seule inspiration de la charité chrétienne, en France, en Italie, en Espagne, en Angleterre, en Suède, construire des ponts ou installer des bacs pour venir en aide aux voyageurs ; dans les esprits se sera perpétuée et transmise la même superstition religieuse, qui assurera à ces fondations des dons et des secours généreux ; et permettra de créer les ponts d'Avignon, de Bonpas, Saint-Esprit et tant d'autres.

Digitized by Google

PASSAGES A GUÉ OU EN BAC.

Beaucoup de rivières devaient être passées à gué ou en bac : le Rhône, le Rhin, la Gironde furent ainsi traversés sur certains points, d'après les Itinéraires. La voie Aurélienne franchissait le Var à son embouchure par un gué de 800 mètres de longueur.

Dans les crues, on traversait sur des bacs à fond plat dont l'usage vint des Gaules, et qui s'appelaient *ponto* (d'où viennent les noms de ponton et de pontonnier) ; on se servait aussi de radeaux soutenus par des outres. On employait encore, au dire d'Ausone, des ponts-volants, portières formées de deux ou trois bateaux ou radeaux reliés par des madriers, et retenues par un cordage et une ancre ou un pieu fixé en amont ; l'action du courant porte le ponton d'une rive à l'autre.

Souvent, la voie était continuée dans le lit de la rivière avec son pavage, à la façon d'un grand cassis ; on en voit un exemple sur la rivière la Vesle, entre Braine et Fismes, ainsi traversée par la voie militaire de Reims à Soissons.

On a trouvé, en 1864, sur la Mayenne, un autre exemple curieux de ces sortes d'ouvrages : à Brive-Saint-Léonard, à 1 kilomètre en aval de Mayenne, sur l'ancienne voie de Jublains à Avranches, on a retiré de l'eau des débris de charpente en bois qui devaient soutenir des traverses et un platelage ; le lit de la rivière étant formé de gravier mobile, on aurait coulé, au lieu d'un pavage difficile à fixer, un plancher général maintenu par des pieux ; c'était un pont réduit à son expression la plus simple, à son tablier. On a retrouvé, tout autour, 16,000 médailles ou pièces de monnaies, offrandes faites au dieu des voyageurs par les passants qui s'engageaient dans cette traversée, à certains moments assez aventureuse.

On passait encore à gué, ou en bac probablement, la Durance et l'Isère sur la route d'Arles à Lyon, la Seine en aval de Lutèce, la Loire à Nantes, la Vilaine près de La Roche-Bernard, la Dordogne au Port-de-Couze, le Tarn sur le chemin de Castres à Moissac.

Digitized by Google

PONTS DE BATEAUX OU DE RADEAUX.

Pour le service des armées, les Romains firent un assez grand usage de ponts improvisés avec des bateaux, des radeaux soutenus par des outres ou des tonnes (1).

Nous retrouvons, dans un des bas-reliefs de la colonne Trajane, la représentation du passage d'un fleuve par un corps de troupes sur un pont de bateaux ; la colonne Antonine figure également des ponts de quatre, cinq ou neuf bateaux (pl. IV, fig. 4-5), serrés les uns contre les autres, recouverts d'un tablier avec des parapets formés de lisses, de montants et de croix de Saint-André ou de treillis, d'apparence très-solide, qui devaient donner beaucoup de raideur au tablier. Hérodien dit que l'empereur Maximin fit faire des ponts avec des muids vides ; Zozime cite des passages de rivière exécutés sur des ponts d'outres, au retour de la malheureuse expédition contre les Perses, sous Julien l'Apostat.

Le plus gigantesque pont de bateaux fut entrepris par Caligula, entre Pouzzoles et Baïes, sur près de 3 kilomètres de longueur ; il fut formé de vaisseaux accouplés deux à deux et ancrés au fond du golfe ; le tablier fut recouvert de terre et pavé, dit-on ; par cette singulière voie triomphale, Caligula, revêtu de la cuirasse d'Alexandre, défila avec toute son armée, sa cavalerie et ses chars.

Nous rapprocherons de cet exemple singulier les ponts construits sur bateaux ou navires par Xerxès sur l'Hellespont, et par Darius (2) sur le Bosphore de Thrace ; ce dernier avait environ 5 stades de longueur (750 mètres). On trouve du reste, dans les bas-reliefs de la colonne Antonine, figurés à la suite d'une armée en marche, des chariots à quatre roues, très-solides, chargés de bateaux et traînés par des bœufs ; ces attelages sont les premiers ancêtres de nos équipages de pont.

---

(1) Dans les armées romaines, les *métateurs* étaient spécialement chargés de la construction et de la réparation des ponts militaires.

(2) « Thracius Bosporus, latitudine D passuum (500 pas ou 740 mètres)... « Darius pater Xerxis copias ponte transvexerit. » (Pline.)

Digitized by Google

PONTS PROVISOIRES EN BOIS.

Dans ses expéditions, César, qui ne voulut pas gêner la rapidité de ses opérations par des *impedimenta* nombreux, improvisa des ponts militaires avec des bois et des pieux; il en fit construire un sur la Saône en une journée; le plus considérable, de 4 à 500 mètres de longueur, fut exécuté sur le Rhin dans la campagne de — 55, à Bonn, selon les uns, entre Emmerick et Wezel, selon les autres. Sur le texte des *Commentaires* qui décrit, en quelques lignes, le procédé suivi, on a essayé de reconstituer le plan du travail; la version de Rondelet semble moins probable que celle donnée dans la *Vie de César;* cette dernière interprétation se rapproche bien plus des conditions réelles, des improvisations nécessaires en présence desquelles César dut certainement se trouver. Ce pont de Bonn (pl. IV, fig. 1-2) aurait eu 430 mètres de longueur, divisés en cinquante-six travées de $7^{m},70$ d'axe en axe; chaque palée était faite d'une sorte de chevalet de pilotis fichés de 5 à 6 pieds dans le lit, avec un fruit de 1/5e dans le sens transversal; un chapeau était saisi aux deux bouts, par les pieux, qui se moisaient sur lui; une croix de Saint-André (*fibulæ*) ou deux écharpes contreventaient les pieds, de l'amont à l'aval; à l'arrière-bec, un pieu fiché à 45° contrebuttait la palée contre le courant; à l'avant, une patte-d'oie de trois pilotis la défendait contre les chocs.

Pour former le tablier, des longerons ou poutrelles en bois rond supportaient de petites pièces de pont recouvertes d'une sorte de clayonnage. La largeur du tablier était d'environ 10 mètres. Les pieux de la palée, laissés en grume, avaient $0^{m},44$ de diamètre; le chapeau, environ $0^{m},60$. Les assemblages étaient boulonnés ou brochés.

Voici la traduction du passage des *Commentaires :*

« On parvint à faire le pont de la façon suivante : on « joignait ensemble un couple de pieux à deux pieds l'un de « l'autre, de la grosseur d'un pied et demi environ, et d'une lon- « gueur proportionnée à la profondeur de la rivière; après les « avoir appointés par le bas, on les descendait dans l'eau avec

Digitized by Google

« une chèvre (*machinationibus*), puis on les enfonçait à coups « de mouton (*fistucis*), non pas d'aplomb, mais un peu penchés « et courbés en sens opposé aux deux autres, fichés à 40 pieds « de distance à l'aval. Ces quatre pieux soutenaient une grosse « poutre de 2 pieds de diamètre, qui s'engageait entre eux et « était liée à eux, de sorte que la poussée du courant les serrait « davantage. Après ce rang, on en mettait un autre à quelque « distance; puis on étendait des solives d'une poutre à l'autre, « avec des perches et des fascines en travers pour le passage des « troupes. A l'aval, étaient des pieux obliques en arc-boutant, « liés à la charpente pour la soutenir contre la violence de « l'eau; à l'amont, à quelque distance, d'autres pieux avaient été « disposés pour résister aux bateaux et aux troncs d'arbres qui « pourraient être lancés contre le pont par les Barbares, et empê- « cher sa rupture. Ce pont fut construit en dix jours, à partir du « moment où les matériaux furent rassemblés. »

Nous remarquons aussi dans les bas-reliefs de la colonne Antonine le type fort intéressant d'un pont militaire en bois (*pons Sublicius*, pl. IV, fig. 3), qui semble le précurseur des ponts américains en charpente : en travers d'une rivière est figuré un pont d'une seule travée, appuyé sur des pilotis de culée; le tablier est supporté par deux fermes formées de deux cours de moises reliées entre elles par des montants et des croix de Saint-André. C'est le prototype du système américain de Long

Nous mentionnerons, pour mémoire, l'entreprise folle, bientôt abandonnée, de Marcus Varron, qui se proposa un jour de construire sur la mer Ionienne un pont en bois conduisant directement d'Italie en Macédoine, d'Otrante à Apollonie (environ 70 kilomètres)!

PONTS FIXES EN BOIS.

Parmi les ponts en bois d'une durée moins éphémère, nous pouvons citer les premiers ponts de Rome, l'ancien pont *Sublicius* ou *Æmilius*, et le pont *Milvius*, construit sur l'emplacement occupé par le Ponte Molle actuel.

Digitized by Google

Le premier pont Sublicius, comme son nom l'indique, fut construit en bois sur palées en pieux, avec un tablier formé de pièces assemblées sans clou ni cheville, de façon à être, dit-on, entièrement démontable en cas d'attaque, ou bien avant l'arrivée des énormes crues du Tibre, qui s'élève parfois à 13 et 14 mètres au-dessus de son étiage. D'après d'anciennes descriptions, les palées étaient composées de doubles lignes de pieux parallèles, réunis deux à deux par de petits chapeaux supportant une double poutre transversale; sur cette poutre, portaient les poutrelles longitudinales, puis les pièces de pont, le tablier et ses garde-corps. Ce pont fut plus tard construit en pierre.

Aucun de ces ponts n'est évidemment parvenu jusqu'à nous, mais Palladio nous a transmis le dessin et la description du pont de bois couvert de Bassano, sur la Brenta, dont le cours extrêmement rapide devait rendre très-difficile toute autre solution. Cet ouvrage (pl. IV, fig. 6-7) était fort ancien, car Tite-Live en parle dans sa première Décade. Le pont avait 63 mètres de longueur et $8^m,80$ de largeur, et comprenait cinq travées de $12^m,60$; chaque palée comptait huit pieux de $0^m,45$ à $0^m,50$ d'équarrissage, écartés de $1^m,25$ d'axe en axe; un cours de moises reliait les pilotis à mi-hauteur, et un chapeau coiffait leur tête; sur ce dernier, reposaient huit poutrelles, au droit de chaque pieu, soutenues par des sous-poutres sur la palée et d'autres au milieu de la travée, qui s'appuyaient contre des contrefiches buttées par les moises. Toutes les pièces principales avaient $0^m,45$ d'équarrissage. Des garde-corps bordaient le tablier; des colonnettes espacées de $2^m,60$ supportaient des fermes et une couverture générale du pont, suivant un excellent usage, qui s'est transmis en Italie et en Suisse.

D'après le dessin de Palladio, les palées semblent avoir été protégées et soutenues par des avant et arrière-becs, probablement garnis d'un coffrage.

PONTS MIXTES EN PIERRE ET BOIS.

A la traversée de quelques grands fleuves, pour éviter les sujétions et les dépenses des cintres, de l'appareil et du montage

Digitized by Google

des voûtes, pour diminuer, en recherchant de plus grandes portées, le nombre des piles, quand le fond était mauvais ou la profondeur grande, les Romains donnèrent à leurs ponts des piles en maçonnerie et des superstructures en charpente.

Pour des portées supérieures à 14 ou 15 mètres, ils comprirent que les poutres droites n'offriraient plus une résistance suffisante; ils adoptèrent alors un système d'arcatures, qui comportait l'emploi de pièces relativement courtes, et dont le modèle nous a été conservé par un relief de la colonne Trajane.

Dans ce système furent exécutés sur le Rhône le pont d'Arles, dont il reste des vestiges de culées, et dont parlait Ausone en le citant comme une construction merveilleuse, et le pont de Trajan sur le Danube.

De ce dernier ouvrage nous avons un croquis en relief de la colonne Trajane et une description de Dion Cassius (pl. V, fig. 1). Il fut construit par Apollidore de Damas, sur la voie de Trajan, pendant la seconde campagne contre Décébale (+106). On croit en retrouver l'emplacement en aval d'Orsowa et des Portes-de-Fer, au-dessous de Turnu-Sévérinu (Tour de Séverin), en un point où se remarquent, sur les deux rives, des massifs ruinés et informes de maçonnerie; on dit encore avoir vu là des fondations de piles aux très-basses eaux. Le Danube, en cet endroit, a près d'un mille romain de largeur (1,481^{m}). Dion déclare que le pont se composait de vingt et une travées de 170 pieds (50^{m},15) d'ouverture, avec des piles larges de 60 pieds (17^{m},70), hautes de 150 pieds (?), ce qui donnerait entre les culées une longueur totale de 1,207 mètres. Les piles étaient en grand appareil, établies, dans un lit assez profond, sur des massifs de fondation formés par des bateaux coulés chargés de béton, et par des sacs de béton noyés pour garnir des vides (1).

Nous avons décrit précédemment la formation de l'arcature en charpente, et formulé, si le croquis de la colonne est fidèle, les critiques qu'on peut adresser à la disposition adoptée.

Ces cours d'arbalétriers, parallèles, simplement maintenus

---

(1) On trouvait sur ce pont l'inscription suivante :

« Providentia Augusti verè pontificis virtus romana quid non domet « Sub jugum ecce rapidus et Danubius. »

Digitized by Google

aux abouts par des moises pendantes, sans soutien intermédiaire, ne devaient jouir que d'une liaison très-précaire et très-peu durable; malgré l'avantage d'une flèche très-grande (1/6e), ces arbalétriers, longs de 12 à 13 mètres, c'est-à-dire de vingt-cinq fois le côté de leur section (si le dessin est exact), devaient nécessairement *flamber*, et les abouts pénétrer l'un dans l'autre; le manque de fixité des culées aidait encore à la dislocation de l'ensemble; les assemblages durent bientôt prendre un jeu considérable, et tout l'arc se déformer rapidement.

Ce pont fut, au dire des historiens, détruit par les Romains eux-mêmes, moins de trente ans plus tard, sur l'ordre d'Hadrien, qui voulut empêcher les incursions des Daces sur le territoire de l'empire; il est probable qu'alors la ruine du pont était déjà bien avancée.

Le système d'arcs en charpente que nous avons adopté à Chassey, à Ivry, pour les grandes ouvertures, et qui se compose de pièces courbes directement superposées, fortement reliées ensemble à des distances de 2 mètres au plus, avec des joints croisés, en formant une véritable voûte pleine en bois, jouit d'une solidité bien plus grande; il offre beaucoup de résistance, si l'on a le soin de ne pas descendre la flèche au-dessous de 1/8e; on a pu couvrir par ce moyen des travées de 30 à 62 mètres en Bavière, de 60 mètres à Trenton sur la Delawarre et à Leeds (Angleterre); les ponts bavarois, avec des flèches réduites du 1/10e au 1/18e, n'ont pas résisté, tandis que les ponts français, anglais et américains, avec des flèches de 1/7e à 1/8e, se tiennent parfaitement debout.

PONTS EN PIERRE.

Ces ouvrages, dans lesquels entraient des éléments périssables, constituèrent des exceptions dans les travaux publics romains; tous les efforts s'appliquèrent, pour les ponts, à faire des œuvres d'autant plus durables qu'elles étaient plus difficiles à reprendre ou à refaire. Le succès trahit souvent leurs auteurs, pour les causes que nous avons dites; et, malgré la piété presque religieuse qui, dans tous les temps, entoura particulièrement ces passages, et chercha à les entretenir et à les sauver, en très-

Digitized by Google

petit nombre ils sont parvenus jusqu'à nous; presque tous ont péri par les fondations en rivière; ceux qui ont eu la bonne fortune de trouver des points d'appui solides, ont vaillamment résisté; c'est le cas des ponts en Espagne : établis, en effet, dans des vallées encaissées, sur des fonds rocheux et solides, avec des fondations faciles, sans empatements, ces ouvrages survivent là en plus grand nombre que partout ailleurs.

Les Romains eurent bien conscience de la faiblesse, de la pauvreté de leurs moyens d'exécution, pour les travaux en rivière; ils n'abordèrent ceux-ci qu'avec défiance, et de nombreuses ruines, survenues déjà de leur temps, ne durent pas les encourager davantage; cela peut expliquer, en partie, les nombreuses lacunes que nous avons remarquées; il fallut souvent, pour les décider à entreprendre ces difficiles ouvrages, ou des nécessités absolues, ou, pour appoint, de grandes satisfactions d'amour-propre. On est particulièrement frappé de leur parcimonieuse réserve, quand on compare, au petit nombre d'ouvrages construits sur les cours d'eau, la masse énorme des constructions qu'ils se firent un jeu d'élever en terre ferme, les milliers de kilomètres d'arcades qu'ils érigèrent comme à plaisir, et souvent sans grande nécessité, pour conduire les eaux. Les tranchées dans le roc et les fondations en rivière semblent avoir été particulièrement l'objet de toutes leurs répugnances.

Les premiers ponts en pierre, à l'imitation des premiers ponts en charpente, durent être formés par des plates-bandes en pierre jetées d'une pile à l'autre; ce système, fort ancien, s'est conservé dans l'extrême Orient, dont l'architecture ne s'accommode pas de nos cintres, et n'admet que les architraves et les plates-bandes horizontales.

Ce mode de construction, appliqué aux ponts, peut se prêter, contre toute apparence, à de grandes portées : d'Alembert cite un viaduc merveilleux, celui de Loyang, en Chine, de 8,800 mètres de longueur, qui se compose de trois cents arches de 24^{m},36 d'ouverture, formées de plates-bandes portées par des piles de 4^{m},87 d'épaisseur; bien que les détails de construction nous manquent, il faut supposer que de grands encorbellements, chers au style hindou, viennent, par des saillies successives, soutenir le linteau supérieur.

Digitized by Google

Ce furent des solutions semblables que durent adopter, dans les premiers temps, les Phéniciens, les Égyptiens, et, à leur exemple, les Pélasges, dans leurs constructions.

Puis, vint des déserts de l'Assyrie, après avoir été employée aux ponts de Babylone et de Ninive (1), la voûte à claveaux, dont les Pélasges et les Étrusques s'emparèrent, s'ils ne la découvrirent pas de leur côté, et qu'ils transmirent aux Romains. Une des plus anciennes applications faites de la voûte aux arches de ponts, sur le sol de l'Italie, se trouve au vieux pont étrusque de Cora, formé de trois rouleaux de voussoirs. Cette solution devint la caractéristique des ouvrages romains.

Les ponts ne furent pas exclusivement réservés à la traversée des cours d'eau; quand les différences de niveau à racheter étaient trop fortes, dans les vallées encaissées, on fit, en bon terrain, de très-longs et très-beaux viaducs, dont il nous reste de beaux spécimens ou d'importants vestiges, comme le viaduc de Narni, près de Rome, de quatre arches, de 191 mètres de longueur et de 44^{m},50 de hauteur; le viaduc d'Alcantara (Espagne), de six arches, de 189 mètres de longueur et de 57^{m},50 de hauteur; celui de Salamanque, de vingt-six arches, de 700 mètres environ de longueur et de 58 mètres de hauteur maxima.

Ces grands viaducs, comme les grands ponts-aqueducs, sur de petits cours d'eau, que les piles ont réussi à éviter, sont venus plus facilement jusqu'à nous, que les ouvrages sur des rivières importantes; on ne retrouve le plus souvent de ceux-ci que de rares vestiges, des traces de culées ou de fondations aux basses eaux exceptionnelles.

Il est extrêmement rare, en effet, que les ponts romains aient péri par les voûtes; c'est presque toujours par les fondations, pour les causes que nous avons déduites, qu'ils ont été ruinés; ce qui le confirme, c'est que les arcs les plus hardis, de 30, 40 mètres et même davantage, posés sur des piles ou des culées

(1) Le pont et les quais de Babylone furent faits, au dire d'Hérodote, par la reine Nitocris; dans ce but, on détourna l'Euphrate, peut-être par la branche de Kerbela actuelle. On a retrouvé, d'autre part, des ruines de l'ancien pont de Ninive, avec les murs et les fossés de la ville.

Digitized by Google

inaccessibles aux affouillements, sur le terrain ou le roc solide, sont encore debout, en plus grand nombre que les arcs plus petits, alors pourtant que le rapport de l'épaisseur de la voûte à l'ouverture, abaissé dans les grandes portées à la moitié ou au quart de sa valeur moyenne dans les petites ouvertures, leur eût attribué une résistance sensiblement inférieure.

Les Romains connurent bien certainement ce côté faible de leur construction; pour s'épargner des mécomptes, ils s'imposèrent des sujétions énormes, des voûtes gigantesques, et toutes les dépenses qui en sont la conséquence, pour franchir les cours d'eau, les *enjamber* en quelque façon, en évitant les difficultés d'un travail dans l'eau, et peut-être plus encore pour écarter de leur œuvre les chances de ruine qu'ils devaient entrevoir; dans ce cas, le succès a le plus souvent récompensé leurs peines et leurs efforts.

Pour leurs viaducs ou leurs aqueducs, ils ne craindront pas, dans ces vues, de modifier largement les dimensions de leurs arches, de faire une maîtresse-ouverture; souvent même, dans l'ensemble de la construction, cette disposition apportera une grâce de plus, comme aux ponts du Gard, d'Alcantara, d'Orense, Salaro, etc.

FORME DES ARCHES ET PROFIL DES PONTS.

Les Romains ne s'écartèrent pas de la voûte en plein cintre dans la construction de leurs ponts. Certains ponts disparates qu'on rencontre en Espagne, composés d'arcs en ogive et d'arcs en plein cintre intercalés, et qu'on attribue aux Romains, ne semblent pas, en l'état, être l'œuvre exclusive de ceux-ci; les deux principaux dans ce genre sont ceux de Ledesma sur la Tormes, et de Castejon sur l'Ebre : le premier, de 180 mètres environ de longueur, se compose de cinq arches, dont les trois médianes sont ogivales, et celles de rive en plein cintre; le second comprend dix-sept arches, ainsi distribuées : quatre ogivales, deux pleins cintres d'appareil antique, une ogivale, un plein cintre d'une très-grande ouverture, une ogivale, trois pleins cintres, une ogivale basse, un plein cintre surbaissé,

Digitized by Google

une ogive surbaissée et deux pleins cintres. Dans ce dernier ouvrage, les traces d'ancien appareil romain, la distribution des ouvertures décroissantes à partir d'une grande arche médiane dénotent bien une origine romaine; mais les arcs ogives sont des additions arabes, intercalées dans une réfection postérieure à l'époque romaine; la voûte ogive présentait certaines facilités de construction, qu'on utilisa au bénéfice d'une restauration rapide, mais elle n'exista pas certainement dans le plan primitif : les Romains ont bien admis certaines irrégularités, mais elles ne devaient pas détruire l'unité de l'ensemble ni choquer l'œil brutalement, comme le fait cet amalgame étrange et sans suite de l'ogive et du plein cintre.

L'architecture romaine semble avoir proscrit systématiquement l'ogive et l'arc de cercle, entendu comme de nos jours, probablement, entre autres raisons, à cause des angles vifs que comportent ces constructions; ces angles leur semblaient courir des dangers spéciaux de rupture, et déranger toute l'harmonie de courbes et de lignes régulières.

Ils ne paraissent pas avoir admis davantage les courbes surbaissées, anses de panier ou ellipses, malgré les grands avantages qu'elles présentent.

Ils se servirent exclusivement du plein cintre, qui leur offrait des garanties spéciales de sécurité, de grandes facilités de tracé et d'appareil, mais ils en subirent tous les désavantages. Ils essayèrent bien de *balancer* la position des naissances, de façon à ménager encore le plus large débouché possible aux très-hautes eaux; ils n'y réussirent que dans des limites fort restreintes : avec des crues de 13 et 14 mètres, comme celles du Tibre par exemple, l'eau devait atteindre la clef, la dépasser même, exercer des pressions considérables sur les surfaces excessives des tympans, affouiller et raviner le fond par des vitesses énormes, renverser tout l'ouvrage, et d'autant plus facilement, que la largeur entre les têtes fut dans l'origine assez faible pour de très-grandes hauteurs, données par la montée du plein cintre.

Le faible enracinement des fondations et la réduction du débouché par le parti pris du plein cintre, furent les deux vices généraux des ponts romains.

Digitized by Google

Les Anciens ne manquèrent pas évidemment de se préoccuper de ces questions de plus grande section libre à offrir au passage des eaux; elles se compliquaient encore pour eux d'autres considérations : les très-grandes arches, qui diminuaient le nombre des piles à fonder en rivière, n'auraient pas manqué de les séduire toujours; mais elles surélevaient beaucoup les chaussées et rendaient très-difficiles les raccordements avec les abords; de plus, elles masquaient le débouché par d'énormes surfaces de tympans, et, pour une même hauteur de clef et un même rapport de l'épaisseur des piles aux ouvertures, elles ménageaient beaucoup moins bien le débouché des crues que des arches plus petites. Pour satisfaire à des conditions si diverses, les Romains ne disposaient guère que d'une variable, le rayon du plein cintre. Ils essayèrent bien de s'en donner une seconde, dans la hauteur des naissances au-dessus de l'étiage, mais cette variable était un peu fonction de la première.

Quand on mettait les naissances à la hauteur des eaux moyennes, au prix d'un grand exhaussement de la chaussée, le débouché des crues n'était pas encore largement ménagé; on cherchait bien une augmentation de section dans l'ouverture des tympans ou des culées, comme aux ponts *Cestius* et *Fabricius* (pl. V, fig. 2); mais cet appoint était absolument insignifiant; on essayait alors, comme à Rimini, de remonter les naissances au niveau des hautes eaux, mais il fallait rapprocher les piles, sous peine de relever démesurément la chaussée au-dessus des rues voisines; cela valait mieux pourtant que certaines autres solutions dans lesquelles, pour éviter des fondations en rivière ou pour diminuer le nombre des piles, on admettait de très-grandes portées, et, pour diminuer leur montée excessive, il fallait descendre les naissances presque au niveau de l'étiage, comme au pont Salaro (pl. V, fig. 8); le rétrécissement était alors énorme, même pour les crues ordinaires.

A la suite de ces tâtonnements, pour se donner un peu plus de liberté, dans les villes surtout où l'élévation des chaussées au-dessus des abords était limitée, on arriva, comme aux ponts de Vicence (pl. IV, fig. 15), cités par Palladio, à placer les naissances presque au niveau des crues, et à s'affranchir, dans une timide mesure, des sujétions du demi-cercle complet, en n'en

Digitized by Google

prenant qu'un arc très-grand, d'une flèche au moins égale au 1/3 de l'ouverture ; les constructeurs romains semblent n'avoir jamais dépassé cette limite, bien éloignée de nos données actuelles du 1/8e et même du 1/10e. Dans ces conditions modestes, les Romains admirent l'arc de cercle, quoique assez rarement, comme ne présentant pas des raccordements trop brusques avec les piles, et ne provoquant pas des poussées trop considérables dans les cas de cintrages successifs.

Les ponts romains ont très-généralement un nombre impair d'arches, disposition fort rationnelle, qui n'oppose pas une pile au plus grand courant et évite la grande profondeur au thalweg ; les viaducs échappent plus souvent à cette loi.

Dans les villes, au pont Ælius, à Rimini, etc. (pl. IV, fig. 10 ; pl. V, fig. 6), pour le raccordement des chaussées, toujours surhaussées, avec les quais et les abords, il fallait prolonger les rampes d'accès jusque sur le pont, quelquefois même avec des déclivités assez raides ; on avait alors latéralement deux rampants ou pans coupés, dont on facilitait l'établissement en diminuant l'ouverture et, par suite, la montée des arches de rive.

Souvent, on voulut conserver une plus grande largeur à l'arche médiane ; pour maintenir la clef à la même hauteur, il eût fallu descendre les naissances et perdre une partie du débouché des crues. On préféra relever la clef médiane, et admettre deux contrepentes régulières et continues, du milieu de cette arche-maîtresse aux rives, pour faciliter l'écoulement des eaux sur la chaussée, et pour adoucir la raideur des rampes ; les ouvertures allaient alors en diminuant progressivement à partir du milieu ; c'est la disposition qu'on trouve fréquemment employée dans les provinces, et que le Moyen-Age a copiée (pl. V, fig. 9). Au point de vue du coup d'œil, ce dos-d'âne, avec ses ailes trop plates, n'offrait rien de gracieux : ce profil triangulaire ne frappait pas l'esprit par une raison d'être ou une utilité évidente ; il ne satisfaisait pas la vue par une apparence de force, comme la donne ailleurs la forme d'égale résistance ; l'écoulement des eaux sur la chaussée n'exigeait pas des pentes aussi prononcées ; le débit des basses arches était considérablement diminué dans les crues ; ce dernier type fut, en somme, une

Digitized by Google

corruption malheureuse du système primitif, qui comportait une série d'arches médianes égales et exhaussées, avec de modestes raccordements sur les ailes.

PILES-CULÉES.

Les piles des ponts romains pouvaient servir de culées aux arches ; le calcul le montre et l'expérience le vérifie : un grand nombre d'arches restent debout après la rupture de quelques-unes de leurs voisines. Nous ne savons si les Romains tirèrent parti, comme ils l'auraient pu, de cette condition, en construisant successivement le pont à partir des rives, sans cintrage général et sans pont de service ; ils pouvaient, avec des portées égales, faire resservir les cintres, économie qu'ils semblent avoir recherchée dans d'autres circonstances ; le système des ouvertures progressivement décroissantes leur faisait perdre encore cet avantage.

Pour les grands viaducs, la nature du terrain, les obstacles les obligèrent parfois à modifier les dimensions des arches, comme à Narni (pl. V, fig. 10) ; pour ne pas briser les grandes lignes, ils placèrent les clefs sur le même plan horizontal, en laissant les retombées, moins apparentes, à des hauteurs variables.

DÉBOUCHÉ.

Il est difficile de reconnaître, après dix-huit siècles, si les débouchés furent assez largement prévus ; il a pu se produire, du fait de certaines transformations, comme celles des cultures, des modifications qui ont changé le régime des eaux, et ne nous permettent pas de juger la situation antique d'après les observations actuelles.

Étant données les faibles précautions prises contre les affouillements, les sections libres ménagées par les ouvrages auraient dû se trouver très-grandes, et modifier aussi peu que possible les vitesses moyennes du lit ordinaire, surtout au moment des grandes crues. Cette condition ne paraît pas avoir été toujours satisfaite ; nous essayerons de le rechercher, en prenant pour

Digitized by Google

exemple le Tibre, dont le régime ne semble pas avoir changé, surtout dans les crues, qui atteignent aujourd'hui les mêmes hauteurs de 12 et 14 mètres que nous signalaient les anciens auteurs ; les terres de son bassin sont moins bien cultivées qu'autrefois, de sorte que son régime devrait être même plus régulier aujourd'hui.

Navier a calculé qu'il fallait ménager au Tibre, à la traversée de Rome, un débouché linéaire de 82^{m},50, et un débouché superficiel de 234 mètres carrés à l'étiage.

A l'étiage, le débouché linéaire nécessaire était assuré, sauf en ce qui concerne le pont Ælius ; nous trouvons en effet :

Pont *Flaminius*.	90^{m}
» *Milvius*.	94^{m},24
» *Ælius*	49^{m},50
» *Janicule*.	74^{m}
» *Æmilius*.	89^{m},90
Ponts *Fabricius* et *Cestius* réunis.	84^{m}

Mais, si nous suivons les variations du débouché superficiel avec les différents niveaux des crues, nous trouvons que le rapport du débouché réel au débouché nécessaire s'abaissait au-dessous de limites plus dangereuses ; ainsi, pour le pont *Ælius :*

Hauteurs à partir de l'étiage.	Débouché réel.	Débouché nécessaire.	Rapport.
Etiage.	173$^{m^2}$,00	234$^{m^2}$,00	0,74
A 2 mètres au-dessus de l'étiage. . . .	269 20	399 00	0,78
A 5 — — —	408 50	646 50	0,78
A 10 — — —	663 40	1059 00	0,65

Pour le pont Fabricius, on parvenait bien, par l'addition d'arches supplémentaires dans les tympans et les culées, à maintenir théoriquement au débouché réel une section assez grande, comme on avait essayé de le faire au pont Ælius, en augmentant le diamètre de l'arc au-dessus des piles ; mais, si l'on tient compte du coefficient de contraction d'au moins 0,90 au passage des arches pour le pont ci-dessus, on a des sections encore plus réduites, qui ne présentaient que 60 0/0 de la section nécessaire, et devaient provoquer des vitesses dangereuses et des remous désastreux. En fait, il en résultait que le Tibre débordait de son lit, envahissait sur les deux rives les quartiers bas

Digitized by Google

du *Velabrum*, et ceux occupés aujourd'hui par le Transtevère, et se créait par là un bras de crue. Malgré le secours de ce déversoir, qui empêchait l'exhaussement du niveau des eaux au-dessus des clefs, les ponts de Rome essuyèrent de nombreux désastres, et dans les provinces, pour des fautes toutes pareilles, les constructeurs ne furent pas plus heureux.

OUVERTURES DES ARCHES.

Suivant les circonstances, les ouvertures varièrent de 10^{m},00 à 20^{m},00, 30^{m},00 et même 42^{m},52 (Narni) et 44^{m},00 (Orense); le plus souvent, pour limiter la surélévation de l'extrados, elles furent tenues entre 15 et 20 mètres, dimensions toujours largement suffisantes pour les besoins de la navigation et des barques assez petites qui circulaient alors sur les cours d'eau; le passage était du reste facilité par la présence d'une arche médiane presque toujours plus grande.

Les exigences de la navigation ont, de nos jours, conduit à l'adoption d'ouvertures un peu plus larges; nous avons fait assez fréquemment des arches de 38 à 40 mètres, comme à Cravant, Mantes, Neuilly, de 30 à 35 mètres à la traversée des villes, comme aux ponts de Paris; mais, en général, nos arches de ponts modernes se maintiennent entre 20 et 30 mètres, et pour nos viaducs entre 10 et 20 mètres. L'adoption des arcs et des courbes surbaissées nous laisse, du reste, dans le choix des ouvertures, une liberté bien plus grande.

LONGUEURS.

Les Romains, dans la construction des viaducs ou des aqueducs sur un terrain solide, ne se laissèrent pas arrêter par de très-grandes longueurs; pour les viaducs, nous pouvons citer ceux de Mérida (780 mètres), de Salamanque (735 mètres), de Narni (191 mètres), d'Alcantara (189 mètres); sur les fleuves, sur le Rhône, la Loire, le Rhin, la Moselle, on trouva bien

Digitized by Google

encore des ponts de près de 200 mètres, sur le Danube même une traversée de plus de 1,200 mètres, mais ce furent des travaux exceptionnels, et, pour les raisons que nous avons données, ils n'entreprirent pas volontiers des ouvrages de plus de 100 à 150 mètres, quand il fallut les fonder dans l'eau sur toute cette longueur.

Nous les avons surpassés de tous points dans nos ouvrages modernes en rivière : le pont de Cubzac a 545 mètres, celui de Bordeaux 501 mètres, le viaduc de Venise 3,598 mètres de longueur; quant aux viaducs, nous pouvons mettre en avant ceux de Chaumont (606 mètres), de l'Indre (751 mètres), d'Arles (770 mètres), de Nogent (830 mètres), de Pessac (920 mètres), de la Bastille (1,200 mètres), de La Palu-d'Aveyres (1,250 mètres), de Nîmes (1,569 mètres), de Manchester (1,950 mètres), d'Eastern-Counties (2,000 mètres), de South-Western (3,000 mètres), de Greenwich (5,633 mètres). Nos constructions seraient cependant encore distancées par des ouvrages chinois, les viaducs de Focheu (7,935 mètres) et de Loyang (8,800 mètres).

HAUTEURS.

La grande montée du plein cintre éleva généralement beaucoup les chaussées au-dessus de l'eau, et souvent sans beaucoup de profit pour le débouché; en conservant ces grandes hauteurs de clefs, mais en multipliant le nombre des piles et des arches, les Romains auraient obtenu de bien meilleurs résultats au point de vue de la section libre et de la légèreté en élévation latérale; ils ont en général beaucoup trop sacrifié à la diminution du nombre des piles.

Les ponts eurent ordinairement leur chaussée à 12 ou 14 mètres au-dessus de l'étiage, mais les viaducs atteignirent des hauteurs bien supérieures : 42 mètres à Cuença, 44^{m},50 à Narni, 57 mètres à Alcantara, 65 mètres à Salamanque.

Nos viaducs français n'ont pas dépassé ces limites; les plus grandes élévations sont : à Dinan, 49^{m},15; à Chaumont, 49^{m},55; à Folles et Bersac, 50^{m},95; au pont Saint-Sauveur, 65^{m},50. On ne trouve pas davantage en Angleterre : 45 mètres sur la Dée,

Digitized by Google

46 mètres sur la Tyne ; ce n'est qu'en Allemagne qu'on rencontre des cotes plus élevées : 69m,75 sur l'Elsterthal, et 80m,37, et même 92m,04 sur la Gœlschthal.

LARGEURS.

La largeur donnée aux ponts romains fut très-variable ; elle fut, dans l'origine, très-réduite, même dans les villes ; elle reçut, par la suite, des augmentations nécessaires ; on trouve ainsi :

Pont d'Almazan (Espagne)	4m,50
» d'El-Kantra (Afrique).	4m,90
» d'Orense.	5m,00
» Salaro.	5m,80
» de Clidi (Macédoine).	5m,73
» Fabricius (Rome).	6m,00
» Flavien (Saint-Chamas).	6m,25
» de Mérida (Espagne).	6m,50
» d'Alcantara (Espagne).	6m,72
» d'Ambrois (Gard).	7m,10
» de Rimini.	7m,50
» de Vicence (Rérone).	7m,93
» de Trèves.	8m,00
» Cestius (Rome).	9m,00
» de Vaison (Vaucluse).	9m,00
» de Vicence (Bacchiglione). . . .	9m,52
» Saint-Ange (Ælius, Rome). . .	10m,42

Pour les largeurs inférieures à 5m,00, en défalquant l'épaisseur des parapets (*spondæ* ou *plutei*), et la largeur de chaque trottoir de 0m,60 (*decursoria* ou *crepido*), il ne restait pour la chaussée (*agger*) que 2m,00 à 2m,20, largeur d'*une voie ;* pour avoir deux voies, il fallait supprimer les trottoirs. On put se contenter pourtant de cette largeur dans la campagne, avec la faible circulation de l'époque. Pour qu'il restât, avec des trottoirs, un passage suffisant pour deux chars, il fallait une largeur de 6 à 7 mètres. Dans les villes, où la fréquentation était plus active, l'expérience enseigna bientôt que les largeurs des chaussées et

Digitized by Google

des trottoirs devaient être plus grandes ; on voit aussi les dimensions transversales successivement augmentées, et un des derniers ponts refaits, le pont Ælius, nous présente sous ce rapport un notable progrès réalisé ; ce ne sont pas encore les belles largeurs de 20 mètres qu'offrent nos ponts de grandes villes, de 30 mètres même, comme on le trouve à Paris ; mais il faut se rappeler que la circulation des voitures à cette époque était à peu près nulle, même à Rome, comparativement à celle de nos jours.

Nous donnons aux ponts sur nos routes des largeurs de 7 à 8 mètres, en réservant 5 mètres à la chaussée, largeur nécessitée par la saillie des grands chargements.

PILES. — FONDATIONS ET DIMENSIONS.

Nous avons indiqué les procédés de fondation suivis par les Romains ; nous leur avons reproché particulièrement de ne pas avoir assez prémuni la base de leurs piles contre les affouillements, dont ils semblent avoir méconnu, ou même ignoré, la marche, l'action et les désastreux effets. Simplement préoccupés des dangers d'un sol compressible, ils ont pris un extrême souci d'asseoir leurs piles par de larges surfaces, sur le fond ou dans une simple forme, sans les descendre hors de la portée des affouillements, sans les enraciner profondément dans un milieu solide et fixe ; ils ont cru presque toujours parer à tout, en augmentant démesurément l'épaisseur des appuis, en faisant partout des piles-culées ; ces précautions mal entendues n'ont tourné qu'à la ruine des ouvrages.

On cite pourtant les fondations du pont *Ælius*, un des plus anciens de Rome, situé dans une partie resserrée et profonde du lit, comme ayant été descendues à plus de 5 mètres au-dessous du fond, et construites en *opus revinctum ;* on se représente, en tenant compte de l'outillage imparfait dont disposaient alors les chantiers, toutes les difficultés qu'on dut rencontrer dans le cours de ce travail, en le supposant même favorisé par des circonstances particulièrement heureuses de très-bas étiage et d'épuisements modérés à faire. Ces efforts furent bien

Digitized by Google

récompensés : le pont Ælius est un des rares ponts de Rome qui aient résisté à toutes les épreuves, malgré son très-faible débouché ; il survit encore sous le nom de pont Saint-Ange, appuyé sur les piles antiques.

Ces précautions coûteuses purent être prises parfois, à Rome même, sur le Tibre et quelques-uns de ses affluents, dont on connaissait mieux les violences excessives ; mais on s'en affranchit généralement ailleurs. On se faisait même à cette époque une idée singulière des dangers que les piles pouvaient courir : dans cet encrèchement exceptionnel de la base, avec cette liaison parfaite des éléments par l'*opus revinctum*, nous voyons percer la crainte d'un entraînement, d'un cisaillement de la pile sous l'effort du courant, bien plutôt que celle d'un affouillement, contre lequel elle était mal garantie par les premières assises de simples libages. Quand les constructeurs purent observer les conditions véritables dans lesquelles s'effectue d'ordinaire la chute des ponts, par un renversement vers l'amont, il leur fallut abandonner l'idée d'un entraînement possible vers l'aval ; ils pensèrent alors trouver plus de sécurité en donnant à leurs piles beaucoup de pied dans tous les sens. C'est ce qui dut les conduire, autant que la pensée de diminuer la pression sur le fond par unité de surface, à donner les empatements considérables que nous aurons à signaler.

Faute d'observations exactes sur les faits de l'affouillement, faute aussi de moyens de dragage au-delà d'une petite profondeur, faute encore de moyens de battage énergiques, ils ne pensèrent pas, ou ne purent parvenir, à descendre leurs caisses sans fond ou leurs encaissements jusqu'à des couches plus sûres ; ils ne surent pas soutenir la base et le sol qui la supportait, par des pieux assez enfoncés dans le sol, ni les protéger par des enceintes de pieux et de palplanches fichées profondément, ni même toujours par de simples enrochements, qui eussent en outre comblé les cloches d'affouillement et arrêté les progrès du mal. Ils n'eurent pas recours davantage à la solution coûteuse des radiers généraux.

Jusqu'au siècle dernier, on n'a pas reconnu la nécessité de donner aux pieux des fiches considérables ; on s'arrêtait au premier refus, et l'on ne dépassait guère 3 mètres, limite de protec-

Digitized by Google

tion souvent illusoire, que nous avons dû reporter ordinairement à 5 et 7 mètres, et dans certains cas jusqu'à 12, 15 et même 20 mètres de profondeur. C'est ainsi que le pont de Bonpas, construit au Moyen-Age, sur la Durance, mal défendu par des pieux d'une fiche de 3 mètres seulement, a été emporté par des affouillements.

Comme nous le verrons par la suite, l'épaisseur des piles, dans les ponts romains, atteignit à peu près en moyenne le tiers de l'ouverture, et l'empatement de la base fut, selon le précepte de Vitruve, d'environ une fois et demie l'épaisseur aux naissances, obtenu par des retraites d'assises, suivant un fruit qui varia de 1/4 à 1/3.

L'obstruction du lit était donc considérable, même à l'étiage, et nous avons vu qu'elle s'aggravait encore avec les crues.

Quant aux culées, elles furent appuyées contre le rocher, ou, dans le prolongement des têtes, se soudèrent au massif maçonné de la route d'accès. Dans les villes, les murs de tête du pont se raccordèrent souvent en retour d'équerre avec des murs de quai. On ne trouve pas d'exemples de murs en aile. Les culées furent fréquemment élégies par des arcades, qui offraient en outre un débouché supplémentaire au débit des hautes eaux.

AVANT-BECS.

Les piles furent protégées par des becs presque toujours triangulaires ; quand la maçonnerie était en pierre de taille, la hauteur du triangle égalait les 2/3 de la base ; quelquefois, pour éviter l'*épauffrement* de cette arête sous l'action des chocs, on faisait un pan coupé, comme au pont Ælius. Pour les piles en briques ou en petits matériaux, on adoptait des becs demi-circulaires.

L'avant-bec et l'arrière-bec suivaient le fruit des piles ; au-dessus des naissances, ils se prolongeaient parfois en saillie sur les murs des tympans, à la manière des contreforts, jusqu'à la plinthe ou corniche des murs de tête.

L'arrière-bec manquait assez souvent (ponts d'Ambrois, d'Auguste, pl. V, fig. 3), ou présentait une saillie moindre que l'avant-bec (pont Ælius, pl. V, fig. 7).

Digitized by Google

Les Romains comprirent peut-être l'influence des évasements pour diminuer les contractions au passage des arches : nous les voyons, au pont de Rimini, épauler aux murs de quai les arêtes des culées par des ailes obliques (pl. IV, fig. 10), ou bien, comme au Pont-du-Gard (pl. XI, fig. 1), faire monter les avant-becs au-dessus du plan des naissances et les épanouir pour les raccorder directement avec l'arête courbe de la douelle, en évitant l'angle rentrant qu'eussent formé avec le plan des têtes les faces latérales du prisme prolongé d'aplomb. Peut-être eurent-ils simplement, par cette précaution, le dessein de couvrir les arêtes saillantes de la douelle et de les protéger contre des corrosions rapides.

Ils furent, dans tous les cas, heureusement inspirés par une sorte d'instinct, en adoptant pour leurs avant-becs la forme triangulaire, la plus propre à ménager leurs fondations précaires; d'après les expériences récentes de M. Durand-Claye, cette forme, en fendant bien le courant, annule à peu près l'affouillement en amont suivant l'axe ; elle l'exagère bien aux épaulements d'amont, mais cet effet a moins d'importance dans une partie intermédiaire, avec une bonne liaison des massifs de fondation. Les atterrissements provoqués à l'aval par les piles sont aussi moindres avec l'arrière-bec triangulaire ; ils atteignent au contraire le maximum avec la forme rectangulaire, comme celle de l'arrière des piles dans le pont Ælius. Les constructeurs du Moyen-Age ne furent pas moins avisés en empruntant aux Romains les avants triangulaires.

Quand l'eau ne présenta pas trop de profondeur, qu'ils purent profiter des très-bas étiages pour faire des batardeaux ou détourner une partie de la rivière, les Romains établirent assez souvent la base de leurs piles en grand appareil sur une ou plusieurs assises de larges libages, descendues à $2^m,00$ ou $2^m,50$ dans le fond du lit; quelquefois la pile entière était montée jusqu'aux naissances avec ses assises en retraite, comme au pont Ælius, et la section horizontale des piles se réduisait alors de 13 mètres par 29 mètres pour la base, à 7 mètres par 23 mètres au couronnement, avec un fruit d'environ 1/4 dans tous les sens. Généralement, pour obtenir plus d'élégance, on arrêtait l'empatement un peu au-dessus du fond, et la pile était continuée d'aplomb jusqu'aux

Digitized by Google

naissances ; le socle de fondation se composait de quatre ou cinq assises de grand appareil superposées en retraite, avec un fruit dans tous les sens de 1/3 à 1/2,5, et présentait en plan des figures semblables à la section de la pile.

Pour les grandes profondeurs d'eau, ce socle fut fait en béton de pouzzolane coulé dans des caisses sans fond ou des encaissements non étanches, et sans épuisement.

Dans les travaux très-soignés, dans les circonstances délicates, les piles furent montées en grand appareil sur toute l'épaisseur, quelquefois même en *opus revinctum*, mais plus souvent avec les moyens de liaison ordinaires. Quand on prit moins de soins, ou que l'on eut moins de craintes, on fit le parement seul en pierre de taille, souvent même en moyen appareil, avec un blocage en béton de pierre et de ciment de pouzzolane ou de tuileaux, comme on l'a remarqué aux piles de certains ponts de province, à Périgueux notamment.

La pile était couronnée assez généralement par une assise générale formant un bandeau saillant, recevant et reliant les retombées des deux voûtes voisines.

Les piles avaient quelquefois une longueur bien plus grande que la largeur du pont entre les têtes ; on le remarque au pont Ælius, qui avait au couronnement 21 mètres de longueur, de l'arrière à la naissance des avant-becs, pour une largeur de $10^{m},42$ du pont entre les têtes ; le couronnement des piles était formé par des pyramides, ou servait de base à des éperons ou contreforts qui flanquaient et décoraient les tympans. Le plus souvent, les piles n'offraient que la saillie des avant et arrière-becs ; quand ces derniers manquaient, la pile descendait à l'aplomb des murs de tête.

Les arcs qui portaient sur les piles, furent souvent inégaux ; quand on voulut conserver aux clefs la même hauteur, on dut placer les naissances à des niveaux différents ; souvent, on masqua cette irrégularité en supprimant les impostes saillantes, indicatrices des naissances ; ailleurs, on les accusa nettement au contraire, comme au Pont-du-Gard, et même on répéta les impostes au droit des deux naissances, comme au viaduc de Narni (pl. V, fig. 10).

Digitized by Google

VOÛTES.

Les voûtes des grands ponts furent presque toujours construites en grand, au moins en moyen appareil, sur toute l'étendue du berceau, d'une tête à l'autre; on rencontre assez souvent des claveaux de 1 mètre à 1^{m},50 de queue, et, en douelle, de 1 mètre à 1^{m},20 par 1^{m},50 et 2 mètres. Pour l'appareil moyen, les joints étaient coupés; pour le grand appareil, on montait plutôt, comme nous l'avons dit, la voûte par anneaux parallèles ou par arcs-doubleaux juxtaposés; les voussoirs étaient souvent reliés et cramponnés entre eux; mais les anneaux parallèles semblent avoir été laissés plutôt complétement indépendants, si l'on en juge par l'exemple du Pont-du-Gard.

Ce mode de construction fut imité avec succès par les constructeurs du Moyen-Age; on le retrouve au pont d'Avignon, notamment.

Les voûtes étaient généralement extradossées parallèlement; les assises des tympans venaient se raccorder avec l'extrados par un joint courbe exécuté avec une précision extrême; vers la clef, l'appareil était souvent simplifié par la saillie de plusieurs voussoirs sur la courbe d'extrados. La voûte extradossée parallèlement se dessinait quelquefois en archivolte moulurée; cette disposition était générale, quand la voûte se trouvait extradossée horizontalement, appareil qu'on trouve assez souvent employé à partir du règne de Vespasien.

Pour les voûtes d'une grande épaisseur, on s'affranchit du grand appareil, en les montant à plusieurs rouleaux. On chercha quelquefois à fortifier certains points faibles des voûtes, comme les reins, par des renforts de rouleaux partiels, qui manquèrent absolument le but proposé (pont *Fabricius* ou Quattro-Capi, pl. V, fig. 2).

Les voûtes d'un même pont eurent assez rarement des ouvertures égales; on fit généralement, comme nous l'avons dit, une arche médiane plus grande flanquée d'arches égales, ou bien des ouvertures allant en décroissant progressivement du milieu vers les culées. On trouve, en outre, des erreurs assez

Digitized by Google

fréquentes dans l'implantation des piles : ainsi, les deux arches du pont Fabricius ont, l'une 24m,25, l'autre 24m,50 d'ouverture; au pont d'Auguste, on trouve : 8m,71—8m,86—10m,56—8m,92—8m,01, quand, dans les arches symétriques, on recherchait évidemment des dimensions égales.

MONTAGE DES VOÛTES. — CINTRES.

Nous avons essayé d'indiquer précédemment les procédés de construction des voûtes, d'après l'examen de certaines dispositions adoptées. Leurs cintres, nécessairement très-solides, pour être fixes, semblent avoir pris exclusivement leurs points d'appui sur les piles, sur les bandeaux ou impostes, sur des corbeaux réservés dans les pieds-droits, ou sur des lignes de voussoirs saillants; d'autres fois, de grosses poutres passant d'une pile à l'autre ont dû supporter tout le poids du cintre et de la voûte. Le cintre ne fut souvent établi qu'à partir des voussoirs inclinés à 28 ou 30°, vers l'angle de glissement; par mesure d'économie, on dut, pour les voûtes en grand appareil, à anneaux indépendants, déplacer le cintre parallèlement à lui-même d'un tronçon à l'autre. La ligne de voussoirs saillants sur laquelle portait souvent le cintre, est quelquefois, comme au pont Salaro (pl. V, fig. 8), remontée jusqu'au joint à 45°, bien au-delà du point de glissement naturel des claveaux; pour maintenir l'équilibre, on devait monter les tympans en même temps que la voûte, et probablement cramponner les voussoirs aux pierres des assises horizontales. Avec les joints précis, sans mortier, les tassements, au décintrement, devaient être à peine sensibles, et ces liaisons des voussoirs ne devaient pas alors offrir de graves inconvénients; en principe cependant, l'indépendance de la voûte et des tympans est de beaucoup préférable.

Il semble impossible que les Romains n'aient pas utilisé l'excès de résistance de leurs piles-culées, pour construire successivement, à partir des rives, au moins les voûtes de leurs ponts, de façon à s'affranchir des ponts de service. Ils auraient pu aussi bien faire resservir les cintres, fort coûteux sans doute à établir;

Digitized by Google

mais l'inégalité des arches semble, dans bien des cas, avoir annulé la plus grande partie de cet avantage.

MURS DE TÊTE ET TYMPANS.

Les murs de tête furent assez souvent exécutés en grand, quelquefois en moyen appareil. Ils étaient soigneusement raccordés avec les extrados des voûtes, et dérasés suivant les pentes des corniches et des bahuts de couronnement.

Les reins et les extrados des voûtes étaient garnis à l'intérieur par des massifs de blocages et de béton, qui formaient, suivant deux contrepentes, le *nucleus*, sur lequel s'établissaient et le pavage de la chaussée et les trottoirs latéraux. Cet ensemble constituait une charge considérable pour les piles, excessive même, si nous la rapprochons de nos tympans évidés et élégis le plus possible par des voûtes intérieures ; mais les piles antiques avaient un grand excès d'épaisseur et de force, et les Romains pouvaient considérer comme un avantage d'obtenir une masse monolithique douée d'une grande cohésion.

Pour compenser le rétrécissement de la section des hautes eaux, ils songèrent parfois à ouvrir, au travers de ces grandes surfaces perdues des tympans, aussi bien que dans les culées, des débouchés supplémentaires, comme on le remarque aux ponts Fabricius, Ælius, Salaro, de Sommières et de Boisseron (Gard) (pl. IV et V).

Ces arceaux des tympans ne furent que d'un bien faible secours : leur section très-faible, réduite encore par le coefficient de contraction, n'apportait qu'un mince appoint au débit total. Les arceaux des culées ou de rive, plus larges, présentaient une utilité plus grande. L'ouverture de ces arceaux, faite parfois inconsidérément à faible distance des naissances, aurait pu compromettre l'existence de tout l'ouvrage, si elle n'avait été sauvée par l'excellente liaison des mortiers ; ainsi, au pont Salaro, un arceau à pieds-droits verticaux était ouvert à $5^{m},60$ de la naissance, distance encore assez convenable, car le calcul donne comme minimum d'épaisseur à la culée $5^{m},20$; mais, au pont Fabricius, l'ouverture était pratiquée, sans pieds-droits ni radier courbes, à 3 mètres seulement, quand, d'après le calcul,

Digitized by Google

la culée devait avoir au moins 5m,96 d'épaisseur ; si le massif de la culée n'avait formé un véritable monolithe, et si l'adhérence du mortier n'était pas intervenue, les pieds-droits de l'arceau auraient été renversés, et la voûte se serait certainement *bouclée*.

ABORDS DES PONTS.

Les extrados des voûtes furent assez élevés au-dessus des quais et des routes ; on dut faire, pour racheter ces différences de niveau, des rampes d'accès assez raides ; quand les arches médianes furent élevées à la même hauteur, comme aux ponts de Rimini, de Vicence, Fabricius, etc., les rampes très-courtes, sur le seul parcours des arches latérales, présentèrent des déclivités de 8, 10 et jusqu'à 20 0/0. C'était un inconvénient très-grave de la disposition adoptée ; on dut chercher à adoucir ces deux contrepentes et à les réduire à 5 ou 8 0/0, en les prolongeant jusqu'au milieu du pont ; pour faciliter cette solution, on fut conduit encore, par ce motif, à faire varier progressivement les ouvertures et les montées des arches, en agrandissant les unes et en diminuant les autres ; mais alors l'arche médiane resta seule en état de débiter convenablement le volume d'eau des grandes crues, et les arches latérales obstruèrent le débouché. On trouve encore ces fortes rampes pour franchir les grandes arches uniques.

Aux abords des ponts, sur les rives, on rencontre quelquefois des marchepieds, des chemins de halage, qui servaient dans les villes, comme Rome, de quais de débarquement ; des escaliers permettaient de gagner le fleuve. Ces marchepieds avaient de 9 à 18 mètres de largeur ; la circulation entre l'aval et l'amont des ponts était maintenue par les arceaux de rive pratiqués dans les culées. Une étroite banquette était en outre parfois réservée en avant des culées.

Ces bas-ports ménageaient au fleuve un lit majeur pour loger l'excédant de volume des crues ; malheureusement, les culées ne s'effaçaient pas dans les murs de quai, et le débouché du pont ne dépassait pas la largeur du lit mineur, les arceaux des culées n'ajoutant qu'un faible surcroît au débit.

Digitized by Google

CORNICHES, PARAPETS ET ORNEMENTS.

Les Romains ne perdirent pas de vue dans leurs ouvrages le côté architectural ; dans les villes surtout, ils ne négligèrent aucun moyen d'ornementation ; les voûtes se détachaient bien des tympans et s'accusaient souvent par des archivoltes richement moulurées, plus rarement ornées de couronnes, de motifs ou d'inscriptions à la clef.

Le profil de la chaussée était marqué par des bandeaux et des corniches enrichies de modillons ou de consoles, et surmontées de parapets ou de bahuts (*plutei*), quelquefois en marbre, comme à Rimini.

Ces parapets atteignaient une plus grande hauteur que de nos jours ; ils présentaient des panneaux, des caissons et des reliefs, ou bien ils étaient interrompus, au droit des piles, par des dés, supportant dans certains cas ou des colonnes et des statues, ou quelquefois des colonnettes de marbre soutenant une couverture en bronze, comme au pont d'Hadrien. D'autres fois, le bahut formait un attique sur le milieu du pont.

Les entrées du pont étaient parfois aussi gardées par des portes (1) ou par des portiques (*fornix*) élevés en l'honneur du fondateur, comme aux ponts Flavien (pl. IV, fig. 8-9), de Martorell, d'Alcantara, d'Aoste, etc.

Les grandes surfaces occupées par les tympans ne pouvaient rester nues : on les décora de contreforts appuyés sur les becs des piles, ou de niches avec frontons, pilastres et statues.

Mais ce ne furent là que des détails ; les Romains recherchèrent souvent un plus grand effet en donnant à leurs ponts les proportions d'un grand ordre d'architecture.

Ce furent effectivement, au moins pour les plus grands ouvrages, les proportions du dorique romain qui réglèrent long-

---

(1) Ces portes se fermaient fréquemment par des chaînes ou par des herses (*cataracta*).

Digitized by Google

temps presque exclusivement les dimensions des diverses parties de la construction.

Si nous prenons pour exemples les dimensions du pont de Rimini et du pont Ælius, l'un sans base saillante ou piédestal, l'autre avec piédestal, nous trouverons presque exactement les proportions moyennes assignées par Vignole au dorique romain :

	Proportions en modules du dorique romain.		Pont de Rimini (sans piédestal).		Pont Ælius (avec piédestal).	
	Portique sans piédestal.	Portique avec piédestal.	Dimensions en mètres.	Proportions en modules et parties.	Dimensions en mètres.	Proportions en modules et parties.
Distance d'axe en axe des colonnes ou piles	10mod.	15mod.	12m,67	10mod. 1p.	24m,00	15mod.
Ouverture de l'arcade entre les pieds-droits.....	7	10	8, 77	7 8	17, 00	10m. 15p.
Largeur de l'archivolte.....	1	1	1, 20	1	1, 60	1

Les proportions données par Vignole ne sont pas absolument rigoureuses ; elles représentent des moyennes dans le voisinage desquelles les membres de moulures et les parties des ordres doivent se maintenir pour satisfaire l'œil et le goût ; nos exemples ne s'en éloignent pas sensiblement ; leur plan était donc bien ordonné d'après les principes du dorique, et les membres de moulures en offraient du reste tous les caractères.

Quelquefois, pour les étages inférieurs des viaducs ou des aqueducs, on adopta les proportions du toscan, qui conduisent à des dimensions plus fortes encore.

Ces prescriptions architectoniques, éprouvées et ratifiées par l'expérience des constructions civiles, entraînaient à des excès de dimensions et de dépenses : les voûtes des ponts supportent en effet, entre les têtes, des charges bien moindres que les portiques, que les baies des édifices surmontées de lourds entablements ou de plusieurs étages supérieurs ; par une meilleure observation, nous avons pu réduire considérablement, bien au-delà même des

Digitized by Google

proportions plus sveltes de l'ionique, du corinthien et du composite, les dimensions élémentaires de nos ouvrages; nous y avons perdu assurément l'aspect imposant de l'ordonnance antique; mais les nécessités nouvelles de notre temps, qui obligent à régler strictement les dépenses d'après les résultats recherchés, nous interdisent de persévérer dans ces errements, et nous conduisent, quoi que nous en ayons, à sacrifier le plus souvent le côté artistique dans nos œuvres d'intérêt public.

Cette règle du dorique romain ne fut pourtant pas immuable : les Romains s'en écartèrent souvent sous la pression de quelque nécessité, comme celle, par exemple, d'obtenir des débouchés plus grands; en général, l'épaisseur des piles varia moins que les ouvertures, dans un même ouvrage, et il est à peu près impossible de surprendre la loi générale, la formule qui régla leur conduite; on peut penser seulement qu'ils allèrent des proportions du toscan à celles du corinthien; au milieu de ces variations, nous allons essayer de rechercher et de saisir au moins des moyennes qui nous permettent de comparer par quelque côté la routine romaine à la méthode de notre temps, inspirée surtout par les nécessités de la statique.

RAPPORT DES PILES AUX OUVERTURES.

Nous rapprocherons d'abord, dans les constructions antiques, les épaisseurs des piles et les dimensions des ouvertures; nous en conclurons les rapports et une moyenne générale; nous nous assurerons aussi, en calculant l'épaisseur des culées par la formule expéditive de M. Léveillé, que toutes les piles formaient culées :

Digitized by Google

Désignation des ouvrages.	Ouvertures.	Epaisseurs des piles.	Rapports des piles aux ouvertures.	Ep. des culées d'après la formule.	Observations.
Pont d'Auguste.....	8m,86 10 56 8 92	4m,46	0,46	3m,01	
Pont de Rimini....	7 05 8 77 7 05	3 80 et 4 00	0 50	2 86	Une arche tombée.
Pont de Vicence (Bacchig.)	8 90 11 90 8 90	1 98	0 17 à 0 22	2 15	Une arcae et une pile subsistent.
Pont de Vicence (Rérone).	9 90 11 50 9 90	1 95	0 17 à 0 20	2 05	
Pont d'Ambrois.....	11 30	3 20	0 28	3 36	Il reste 2 arches sur 5.
Pont Ælius.....	17 00	7 30	0 43	4 20	
Pont de Salamanque	20 30	6 48	0 32	5 78	
Pont Fabricius..... ..	24 50	10 00	0 40	5 96	
Pont Salaro	4 12 26 76 4 12	5 60	0 36	5 16	
Pont d'Alcantara.....	30 00	8 50	0 28	8 08	Une arche coupée.
Pont de Narni.....	22 34 40 15 33 90 42 40	10 00	0 23 à 0 44	9 77	Une arche restée debout.
Pont-du-Gard....	19 25 24 52 15 50	4 56 4 80 4 36	0 20 à 0 45	5 39	
	Moyenne.....		0,320		

Les rapports des piles aux ouvertures oscillent donc entre des limites assez étendues, jusque dans la même construction; ils ne s'élèvent pas au-dessus des proportions (0,50) du dorique romain, et, en général, ils ne s'abaissent pas au-dessous des proportions de l'ordre ionique sans piédestal (0,23); la moyenne se maintient à la hauteur du corinthien (0,33).

L'expérience et les études sur la résistance des matériaux nous ont permis de réduire très-notablement ces moyennes; nous avons abandonné le système des piles-culées, ou nous ne les avons gardées que de trois en trois ou de cinq en cinq arches, pour arrêter les vibrations sur les grands viaducs; nous sommes successivement descendus de 0,263, moyenne des ponts, avec voûtes en ellipse ou en anse de panier, construits au commencement de ce siècle, à la moyenne de 0,215 en France, de 0,172 en Angleterre, et même à des minima de 0,142 pour nos viaducs, limites particulièrement hardies, eu égard aux lourdes charges qui les franchissent avec de très-grandes vitesses:

Digitized by Google

	Désignation des ouvrages.	Ouvertures.	Épaisseurs des piles.	Rapports des piles aux ouvertures.	Moyennes.
	P. de Neuilly..	38m,98	10m,80	0,276	0,263
	P. de Nantes...	35 10	8 77	0 250	
Viaducs français.	V. de la Combe-de Fin.....	12 00	3 50	0 291	
	Viad. de Dinan (route).....	16 00	4 00	0 250	
	Viad. de l'Indre.	9 80	2 20	0 225	0 215
	V. de Barentin.	15 00	2 70	0 180	
	V. de la Fure....	14m,00-16m,50	3 60	0,217—0,256	
	V. de Chaumont.	9 20	2 05	0 180	
	V. de Nogent.	15 00	3 00	0 200	
	V. de Comelle.	19 00	2 70	0 142	
Viaducs anglais.	V. de Greenwich.	5 50	0 92	0 167	
	V. de la Dée.....	18 30	3 98	0 217	
	V. de Stockport.	19 84	3 08	0 153	
	V. de Walwyn..	9 34	1 65	0 177	
	V. de la Tyne.	48 75	7 24	0 149	0 172
	V. de Folkes-tone.....	9 25	1 80	0 196	
	V. de Lockwood.	9 12	1 36	0 150	
	Viaducs allemands...			0 260	0 260

Les proportions admises en Angleterre sont d'autant plus hardies, que les ouvrages sont généralement construits en briques ou bien en matériaux assez tendres.

RAPPORT DE L'ÉPAISSEUR DES VOÛTES A L'OUVERTURE.

Si nous recherchons dans les ponts romains, à défaut d'une formule générale, impossible à trouver, la valeur des rapports obtenus en comparant les épaisseurs des voûtes aux diamètres des ouvertures, nous rencontrerons encore des variations très-grandes, dépassant souvent, dans un sens ou dans l'autre, les limites extrêmes des proportions des archivoltes aux ouvertures de l'arcade, dans le dorique romain (0,140) ou dans le corinthien (0,0625).

Digitized by Google

Nous montrerons encore, par la formule de M. Léveillé, que, dans tous les cas, leurs voûtes présentèrent un excédant de résistance :

	Ouvertures.	Epaisseurs des voûtes.	Rapport des voûtes aux ouvertures.	Epaisseurs suffisantes.
Pont d'Auguste	10m,56	1m,25	0,118	0m,69
	8 86	1 00	0 112	0 63
» de Rimini	8 77	1 20	0 091	0 66
» de Vicence (Rérone)	11 50	1 00	0 086	0 72
	9 90	1 00	0 101	0 67
» de Vicence (Bacchig.)	11 90	1 00	0 083	0 73
	8 90	1 00	0 112	0 63
» d'Ambrois	11 30	0 75	0 066	0 71
» Ælius	18 30	1 60	0 085	0 94
	7 00	0 90	0 129	0 57
» Fabricius	24 50	1 50	0 061	1 15
	6 00	0 80	0 133	0 47
	4 00	2 00	(0 500)	0 53
» Salaro	26 75	1 40	0 052	1 23
	4 12	0 90	(0 243)	0 47
Viaduc de Narni	42 40	1 90	0 045	1 75
	40 15	1 90	0 047	1 67
	33 90	1 90	0 056	1 46
Pont-du-Gard	24 52	1 60	0 065	1 15
	19 20	1 55	0 080	0 97
	15 50	1 55	0 100	0 85
	4 80	0 60	0 120	0 50
» Flavien	10 20	0 70	0 070	0 67
		Moyenne . . .	0,086	

Pour certains arceaux pratiqués dans les culées (ponts Ælius et Salaro), les Romains eurent conscience des poussées que pouvaient exercer les grandes voûtes, et d'une certaine déformation qui pouvait en résulter ; ils se rendirent toutefois très-imparfaitement compte de tous les effets possibles : ils crurent tout conjurer en renforçant outre mesure les voûtes, en leur donnant des épaisseurs de 0,24, et même de 0,50 de l'ouverture ; mais ils ne prirent aucune précaution pour butter les pieds-droits et les soutenir contre la poussée latérale ; si ces derniers ne furent pas renversés et si les voûtes ne *bouclèrent* pas, il faut

Digitized by Google

en rapporter le mérite à l'excellence du mortier et à la bonne liaison des assises.

Si nous rapprochons des valeurs précédentes les proportions de quelques voûtes prises dans les constructions civiles romaines, nous trouverons des écarts beaucoup moins considérables, parce qu'on se renferma là dans les prescriptions plus étroites et plus rigoureuses d'ordres très-purs et très-voisins; nous trouvons ainsi :

	Ouvertures.	Epaisseurs des voûtes.	Rapports.
Amphithéâtre de Nîmes.	4m,60	0m,70	0,152
Arc de Titus (Rome).	5 30	0 44	0,083
Arc de Septime-Sévère (grand arc).	6 75	0 64	0,094
» (petit).	2 95	0 44	0,149
Arc de Constantin (grand).	6 54	0 60	0,092
» (petit).	3 40	0 45	0,133
Arc de Saint-Remy.	5 18	0 51	0,098
Arc du pont Flavien.	3 52	0 46	0,131
		Moyenne.	0,116

La moyenne est un peu plus élevée que pour les ponts; on peut l'attribuer à l'excédant de surcharge apporté par les constructions supérieures, les entablements chargés de moulures et les lourds attiques.

Ce qui nous permet de croire qu'on ne fut pas alors absolument indifférent à ces considérations de surcharges, de résistances plus grandes nécessaires dans certaines occasions, c'est que, pour les aqueducs, nous trouverons une moyenne encore plus élevée (0,138), parfaitement en situation; cette progression dénote, au milieu d'errements assez vagues, des idées instinctives très-justes.

Nous devons faire remarquer toutefois la propension générale que montrèrent les Romains à forcer l'épaisseur des petites voûtes, comme s'ils avaient fait moins de fond sur leur résistance; on ne s'explique guère la préoccupation à laquelle ils semblent avoir cédé, en ajoutant de la sorte à l'épaisseur des petites voûtes une sorte de *constante* de sécurité assez considérable.

La valeur moyenne précédemment trouvée, 0,086, pour les

Digitized by Google

anciens ponts romains, était excessive pour des ponts-routes, dans les conditions des faibles surcharges auxquelles ils étaient exposés ; en calculant l'épaisseur de ces mêmes voûtes par la formule de M. Léveillé, qui donne des résultats moins forts que celle de Perronet, et plus pratiques, surtout dans les grandes portées, nous trouvons qu'une valeur moyenne de 0,050 eût été largement suffisante, avec des limites de 0,066 et de 0,039, dans les cas extrêmes du tableau présenté. Nos ponts actuels, même avec des voûtes surbaissées, prévues pour une fréquentation beaucoup plus fatigante, nous offrent encore une proportion moindre (0,039) ; on est même descendu, avec de bons matériaux, à 0,031.

Les voûtes de nos viaducs, toutefois, destinées à porter des surcharges très-lourdes, à résister aux vibrations et aux trépidations occasionnées par des trains lancés à grande vitesse, ont conservé une moyenne plus élevée, mais inférieure encore à la proportion romaine :

		Ouvertures.	Épaisseurs à la clef.	Rapports.	Moyennes.
Ponts-routes.	Pont de Mantes (anse de panier)	35m,10	1m,95	0,055	0,0393
	Pont de Neuilly (anse de panier)	38 98	1 62	0 041	
	Petit-Pont (arc)	32 50	1 35	0 041	
	Pont de l'Alma (ellipse)	43 00	1 50	0 034	
	Pont-au-Change (ellipse) (nouveaux)	31 60	1 00	0 031	
	Pont Saint-Michel (ellipse) (nouveaux)	17 20	0 70	0 040	
	Pont Notre-Dame (ellipse) (nouveaux)	18 75	0 90	0 047	
	Pont Louis-Philippe (ellipse)	32 00	1 00	0 031	
	Pont Saint-Sauveur (pl. c.)	42 00	1 45	0 034	
Viaducs français.	Viaduc de la Combe-de-Fin (plein cintre)	12 00	1 00	0 083	0,066
	Viaduc de l'Indre (plein cintre)	9 80	0 90	0 092	
	Viaduc de Barentin (plein cintre)	15 00	0 87	0 058	
	Viaduc de la Fure (plein cintre)	16 50	0 80	0 050	
	Viaduc de Comelle (plein cintre)	19 00	0 90	0 047	

Digitized by Google

		Ouvertures.	Épaisseurs à la clef.	Rapports.	Moyennes.
Viaducs anglais.	Viaduc de Greenwich (plein cintre)	5m,50	0m,45	0,0815	0 046
	Viaduc de Stockport (plein cintre)	19 84	0 84	0 042	
	Viaduc de Walwyn (plein cintre)	9 34	0 58	0 065	
	Viaduc de la Tyne (plein cintre)	48 75	1 40	0 029	
	Viaduc de Folkestone (arc)	9 25	0 46	0 050	
	Viaduc de Lockwood (plein cintre)	9 12	0 50	0 054	
Viaduc de Venise (arc)		10 16	0 66	0 066	0 066
Viaduc de Dolhain (Belgique) (arc de cercle)		10 00	0 66	0 066	
Viaducs allemands		»	»	0 061 à 0 080	0 070

Les constructeurs anglais ont fait preuve de plus d'audace encore dans la construction de leurs voûtes, qu'ils exécutent, pour leurs viaducs les plus fréquentés, en petits éléments, sur des épaisseurs que nous n'avons jamais osé donner à nos voûtes des ponts-routes, même avec les meilleurs matériaux du monde.

On ne peut citer qu'un exemple de construction plus hardie : c'est le pont de La Vieille-Brioude, sur l'Allier, bâti en 1454, sur le modèle des ponts romains, qui subsistaient alors en plus grand nombre que de nos jours. Ce pont, d'une seule arche plein cintre, avait 54m,20 d'ouverture; la voûte, en grand appareil, comme on les faisait alors, avait 2m,27 d'épaisseur; la largeur de tête en tête était de 4m,90. Le rapport de l'épaisseur de la voûte à l'ouverture s'abaissait à 0,041; le calcul eût indiqué pour elle une épaisseur de 2m,45; mais ce résultat, fourni par les formules de M. Léveillé et de Perronet, est peut-être un peu fort; quoi qu'il en soit, avec ces dimensions extraordinaires, ce pont a résisté pendant près de quatre siècles, et ne s'est écroulé qu'en 1822.

Toutes ces valeurs, toutes ces moyennes si élevées réservaient pour les parties en élévation des œuvres romaines un

Digitized by Google

coefficient de sécurité qui nous explique l'excellente tenue de ces ouvrages, quand les fondations ne l'ont pas compromise. Malheureusement tous les dangers semblèrent menacer les bases et les fondations; par les affouillements, le sol manqua souvent sous leur pied, et ce pied fut exposé lui-même à la ruine par des causes que nous allons faire ressortir.

CHARGES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ.

Il était fort intéressant de calculer les poids maxima que pouvaient avoir à supporter, par unité de surface, les assises les plus chargées des ouvrages romains.

Nous avons trouvé précédemment pour la charge moyenne supportée par l'assise la plus chargée un poids de $17^k,41$ par centimètre carré; pour les ponts seulement, la moyenne ne serait que de $12^k,41$. Il semble qu'on ait encore là, comme instinctivement, cherché à décharger les pieds si menacés de ces constructions dans l'eau, et à soulager ces fondations, beaucoup moins sûres et moins fermes que celles des autres ouvrages établis en terrain solide et sec.

Dans un cas où l'on a pu la calculer, la pression sur le sol de la première assise de fondation s'élevait à 3 kil. par centimètre carré (pont Ælius).

Si nous cherchons parallèlement les charges maxima supportées dans les constructions modernes correspondantes les plus hardies, nous trouvons, d'après le tableau spécial aux ponts : $7^k,80$, avec des surcharges accidentelles de 6000 kil. par mètre courant de chaussée, qui ne représentent pas sur la base un surcroît de pression de plus de $0^k,500$ par centimètre carré. Une des plus grandes charges modernes semble être celle du pont de Menai ou Brittania ($17^k,5$).

Les charges que nous faisons porter à un bon sol ordinaire, ne dépassent pas 2 kilogrammes.

Nous avons ainsi, d'une part, la moyenne d'un certain nombre de ponts romains, pris au hasard parmi ceux qui sont restés debout; il est probable que ce n'étaient pas les plus char-

Digitized by Google

gés, et que cette circonstance a eu même quelque influence sur l'immunité dont ils ont joui; cette moyenne présente une valeur supérieure de 60 0/0 à celle que nous calculons, d'autre part, sur un groupe de nos ponts modernes choisis parmi les plus élevés et les plus hardis. Nous nous croyons suffisamment autorisé à conclure d'une façon générale que les Romains firent travailler leurs maçonneries à une charge notablement plus grande que celle imposée à nos constructions modernes. On ne serait pas fondé à objecter que leurs matériaux pouvaient être plus durs et plus solides : la faiblesse de leurs moyens d'extraction, la mauvaise qualité de leurs outils en fer à peine aciéreux ou en bronze trempé, ne leur permettaient pas d'employer et de mettre couramment en œuvre des pierres plus résistantes que les nôtres.

Et, comme nous l'avons dit déjà, nous n'obtenons pas ces résultats importants pour la stabilité de nos ouvrages, en sacrifiant de leur légèreté.

RAPPORTS DU VIDE AU PLEIN ET DU VIDE A LA SURFACE TOTALE.

Nous allons présenter, en effet, pour quelques ouvrages anciens et modernes, les tableaux des rapports du *vide au plein*, et du *vide à la surface totale*, calculés sur l'élévation latérale :

	Surfaces latérales totales.	Rapports du vide au plein.	Rapports du vide à la surface totale.
Pont Salaro	607 m²	1.18	0.54
Pont de Rimini	731	0.83	0.46
Ponts de Vicence	385	1.65	0.62
	403	1.52	0.60
Pont d'Ambrois	836	1.48	0.59
Pont Fabricius	1.005	1.18	0.54
Pont Ælius	1.188	1.20	0.545
Viaduc de Narni	8.117	1.23	0.55
Viaduc d'Alcantara	10.773	2.08	0.67
Viaduc de Salamanque	»	1.65	0.62
Pont Flavien	140	1.69	0.62
	Moyennes ..	1.426	0.587

Digitized by Google

Dans les ouvrages modernes, nous trouvons les proportions suivantes :

		Surfaces totales.	Rapports du vide au plein.	Rapports du vide à la surface totale.
Viaducs français.	Viaduc de Brunoy.....	7.760 m²	1.59	0.614
	Viaduc de la Combe-de-Fin.	9.460	2.50	0.71
	Viaduc de Dinan.....	7.801	2.06	0.673
	Viaduc de l'Indre.....	15.771	1.72	0.63
	Viaduc de Barentin.....	12.904	1.88	0.65
	Viaduc de la Fure.....	8.597	1.93	0.65
	Viaduc de Chaumont.....	19.870	3.12	0.757
	Viaduc de Nogent.....	19.440	1.63	0.62
	Viaduc de Comelle.....	10.562	3.04	0.752
		Moyennes..	2.163	0.673
Viaducs anglais.	Viaduc de Greenwich.....	43.374	1.69	0.63
	Viaduc de la Dée.....	15.638	2.84	0.73
	Viaduc de Stockport.....	15.003	2.92	0.745
	Viaduc de Walwyn.....	12.144	2.63	0.725
	Viaduc de la Tyne.....	7.150	2.64	0.72
	Viaduc de Folkestone.....	6.426	1.61	0.62
	Viaduc de Lockwood.....	»	3.28	0.766
		Moyennes..	2.516	0.705
	Viaduc des lagunes de Venise..	20.149	1.82	0.64
	Viaduc de Dolhain.....	4.733	2.21	0.68
	Viaduc de la Gœlschthal.....	28.266	2.25	0.69
		Moyennes..	2.09	0.676
		Moyennes générales...	2.282	0.695

Dans les ouvrages romains, le vide est bien en moyenne un peu supérieur au plein, puisqu'il représente déjà les 0,59 de la surface totale, en oscillant de 0,46 à 0,67; mais nous trouvons une légèreté infiniment plus grande dans nos travaux modernes, le vide mesurant en moyenne les 0,7 de la surface latérale totale, ne descendant pas au-dessous de la proportion la plus élevée de la construction antique, et s'élevant jusqu'à plus de 0,76. Quand ils atteignent de pareilles limites, nos viaducs en maçonnerie se découpent sur l'horizon avec autant de sveltesse

Digitized by Google

et de *jour* que de véritables estacades, et touchent aux proportions des ponts et viaducs métalliques ; comme terme de comparaison, ou plutôt par curiosité, nous calculons les rapports correspondants pour quelques-uns de ces derniers ouvrages :

	Systèmes adoptés.	Portées.	Rapports du vide au plein.	Rapports du vide à la surface totale.
Pont Britannia-Menai.....	Poutre pleine.	70m,00 140 00	2.85	0.740
Pont de Kehl.....	Treillis (Town).	56 00	4.16	0.806
Pont de Bordeaux.....	Syst. de Long.	73 46	3.25	0.765
Pont du Wahal (Hollande).	Poutre droite à latices.	57 00	4.12	0.803
	Bow-string.	120 00	3.60	0.782
Pont du Hollandsch-Diep..	Bow-string.	95 00	3.21	0.762
Pont de Solférino..... ..	Arc en fonte.	40 00	3.94	0.797
			entre les culées.	
Pont d'Arcole.....	Arc en fer.	80 00	7.26 3.69	0.879 0.786
			avec les culées.	
Pont de Chennevières.....	»	30 00	4.78	0.824

Nous avons expliqué précédemment comment nous sommes parvenus à concilier, dans nos ouvrages, ces deux apparentes antithèses, la légèreté des supports et leur moindre surcharge, en soulageant les voûtes, en élégissant les tympans, les piles elles-mêmes, en élargissant méthodiquement les bases et les surfaces d'appui, en soutenant les piles par des éperons ou par des entretoises, en sacrifiant les piles-culées.

Ainsi, en même temps que nous arrivions à diminuer de presque *un tiers* la charge des maçonneries, nous réduisions la part du plein dans l'élévation latérale de 0,44 à 0,305, et même au-dessous, c'est-à-dire d'*un tiers* aussi.

Cet avantage, qui se traduit d'abord par une économie de maçonnerie, constitue un progrès plus marqué encore, au point de vue du débouché et de la section libre.

Par une bonne étude du terrain, nous savons ne plus livrer l'existence de nos ouvrages aux hasards des affouillements ; nous les soutenons et les protégeons par des pierres et par des enceintes jointives, par des enrochements, par des radiers

Digitized by Google

généraux; nous pouvons même défier tous les dangers avec nos fondations tubulaires, descendues parfois à 20, 25 et même 33 mètres de profondeur.

L'emploi des ossatures métalliques, en permettant d'augmenter la portée et de diminuer le nombre et les dimensions des piles, est venu faciliter encore la tâche de l'ingénieur, et étendre le champ de ses entreprises; avec cette solution nouvelle, il peut s'établir sur les sols les moins résistants, sans crainte de voir déverser les supports; et la combinaison des fondations tubulaires avec les poutres droites ne connaît plus d'obstacle infranchissable.

L'introduction du fer dans les constructions a fourni une variété de solutions que l'on ne soupçonnait pas, et que le concours de l'acier étendra encore davantage; la navigation profite largement de ces ressources nouvelles, auxquelles elle doit l'exhaussement et l'élargissement des passages, et l'établissement des ponts tournants ou roulants qui permettent de concilier tous les intérêts.

Nous ne pouvons oublier une autre invention moderne, bien féconde, celle des ponts suspendus, qui a plus fait que toutes les autres pour compléter et parfaire le réseau de notre viabilité intérieure, en supprimant les derniers obstacles sérieux que l'art moderne pût rencontrer, le manque de ressources financières; par l'économie de son application, elle se présente avec un grand avantage sur toute autre solution; elle permet de supprimer les piles, jusqu'à des portées de 250 mètres, et même au-delà, en reportant, si l'on veut, tous les efforts sur les culées et les massifs d'amarrage; dans cet admirable système, on peut dès lors établir une communication d'un bord à l'autre, en concentrant au besoin tout le travail de maçonnerie sur les rives, sur la terre ferme, et en s'affranchissant ainsi, dans un cas extrême, pour toute la construction, de toute dépendance, de toute solidarité avec la rivière, son fond et son niveau.

A la suite d'accidents, assez peu nombreux du reste, accidents qu'une surveillance plus attentive et des épreuves plus fréquentes eussent épargnés, une réaction s'est déclarée assez vive contre ce système, dont on oublie trop les mérites

Digitized by Google

et les très-bons services; par eux, il a acquis tous les droits à rester dans la pratique la plus usuelle.

Le moment serait mal choisi pour rompre avec une tradition qui se révèle tous les jours plus utile et plus féconde par de nouveaux succès : en combinant dans leurs ponts les fondations tubulaires, les poutres droites en fer à treillis et les câbles, les Américains tentent aujourd'hui pour leurs voies ferrées des portées de 300 mètres; ils entreprennent même, dans ces conditions, le passage de la rivière de l'Est, entre New-York et Brooklyn, par un pont de 26 mètres de largeur, supportant deux voies ferrées, une promenade pour les piétons et quatre voies de tramways, avec trois travées, une centrale de 493 mètres, et deux extrêmes de 286^{m},70!

Ce sont les ponts suspendus qui nous ont donné en Europe les plus grandes portées, comme à Saint-Christophe et à Fribourg, le premier de 183^{m},60, le second de 246^{m},26. Ces ponts, par leur légèreté extrême, leurs courbes gracieuses, leur hardiesse sans égale, ont un cachet d'élégance auquel nos ponts droits en fer ne peuvent prétendre. Si, pour compléter les tableaux précédents, nous recherchons, pour ces ponts, le rapport du vide au plein et du vide à la surface totale, comptée en comprenant tout le système intéressé, soit en suivant le contour du câble, des culées d'amarrage au-dessus de la ligne d'eau ou du profil de la vallée, nous trouvons, en exceptant les parapets :

	Ouvertures.	Rapports	
		du vide au plein.	du vide à la surface totale.
Pont de Saint-Christophe, suspendu.....	183^{m},60	2.98	0.748
Pont de Fribourg, suspendu...	246 26	11.83	0.924

Ce dernier exemple donne bien l'indice de la légèreté et de l'économie de matières que cette solution permet d'atteindre.

Nos constructions métalliques n'offrent évidemment pas les chances de durée des ouvrages en pierre, à l'exception toutefois des arcs en fonte, dont toutes les parties, travaillant à la compression comme le feraient des voussoirs en pierre, sont moins

Digitized by Google

fatiguées que les fibres, alternativement tirées et comprimées, des arcs et poutres en tôle, et dont la matière résiste mieux, du reste, aux actions atmosphériques que le fer et l'acier; le sort des ouvrages construits avec ces derniers métaux dépendra de la bonne tenue du rivetage; les ébranlements causés par le passage de trains de plus en plus lourds, les dilatations inégales produites par l'exposition d'une des deux têtes au soleil, pourront entraîner à la longue le desserrage des rivets, leur cisaillement, l'ovalisation des trous, puis la disjonction des assemblages et l'oxydation intérieure des tôles; le froid produit souvent aussi la rupture des rivets; ces ouvrages complexes sont évidemment attaquables sur un grand nombre de points. On oppose toutefois, de nos jours, à ces attaques, une surveillance et un entretien attentifs, inconnus des époques antérieures et capables de conjurer une partie de ces dangers.

Bien qu'en ces matières l'expérience, qui n'est pas vieille de plus de vingt-cinq ans, n'enseigne pas encore nettement de quelle façon, ni dans quel temps la ruine pourra venir frapper ces ouvrages, on peut être certain toutefois que leur durée ne saurait être comparable à celle des ouvrages en pierre et en maçonnerie, dont la solidité gagne même un peu tous les jours par la carbonatation de plus en plus complète du massif intérieur.

Peut-on prédire, d'autre part, à nos maçonneries modernes elles-mêmes, une vie aussi longue que celle de ces ouvrages romains qui ont affronté vingt-cinq siècles?

Il serait peut-être téméraire de le présumer; bien que nos ouvrages ne comportent plus ces dangers de ruine accidentelle que nous avons écartés par des fondations et des dispositions mieux entendues, bien que nos mortiers ne le cèdent en rien à ceux de l'antiquité, que certains de nos ciments soient de qualité supérieure, que l'emploi général des chaux hydrauliques dans les massifs accélère beaucoup le durcissement dans les parties les plus profondes, que l'air et l'acide carbonique n'auraient peut-être jamais pu atteindre, dans l'ensemble nos constructions maçonnées sont inférieures à celles des Romains. Leurs éléments ne sont pas aussi scrupuleusement choisis qu'autrefois; elles sont très-sobres de pierre de taille, montées trop vite, à grands joints de mortier, et recouvertes trop tôt d'épais remblais ou de

Digitized by Google

lourdes surcharges d'épreuve; nos maçonneries brutes sont moins liées et moins compactes que les blocages antiques pilonnés; la maçonnerie de pierre de taille est trop souvent montée sur des cales, qui, détruites, laisseront sur les joints mal garnis la place à des tassements dangereux, à des séparations des angles ou des chaînes et du remplissage intérieur. Les mouvements et les dislocations causés dans les maçonneries par des chargements prématurés se traduisent par des fissures dans les chapes et dans les massifs; les eaux pénètrent dans les remplissages perméables des tympans, puis se frayent un passage dans les joints des voûtes, dissolvent le carbonate de chaux et dégradent peu à peu les joints; les ébranlements qui accompagnent le passage des charges roulantes, pourront, à la longue, achever la désagrégation du massif et mettre les ouvrages en péril.

Dans leurs travaux soignés, quelque confiance qu'ils eussent dans la valeur de leurs mortiers, les Romains, s'ils n'employaient pas le grand appareil en *diamecton*, en faisaient un revêtement général avec joints imperceptibles, mettant le mortier intérieur complétement à l'abri des actions extérieures, qui ont si profondément dégradé les joints maçonnés des petits appareils. Les épais remplissages en blocage rendaient imperméables, bien mieux que nos chapes, les extrados et les tympans des voûtes; les tassements n'avaient presque aucune prise, et les charges supplémentaires très-faibles ne venaient rien troubler de l'équilibre établi. Cette inaltérable cohésion a reculé la ruine des ouvrages antiques; les nôtres, imperceptiblement désagrégés par les réactions considérables qu'ils éprouvent sans cesse dans les voûtes, dans les piles et dans les culées, subiront plus tôt les conséquences de cette loi naturelle qui rend toute chose la proie des infiniment petits.

Nous allons passer en revue quelques-uns de ces anciens ouvrages, ou reprendre les souvenirs qu'ils ont laissés; nous devons rappeler que, pour compléter certaines descriptions, nous avons dû recourir aux renseignements de témoins pris dans l'Antiquité ou dans le Moyen-Age, et interpréter parfois leurs rapports assez diffus ou leurs explications assez peu précises.

Digitized by Google

PONTS DE ROME.

Les deux rives du Tibre communiquaient, à Rome, au moyen de neuf ponts, ainsi distribués, en allant de l'amont à l'aval :

1° Un premier pont au passage de la voie Flaminienne, au-dessus d'Orte; il en reste quelques vestiges; pour élever cette voie au-dessus des inondations du Tibre, on avait fait porter les neuf arches de 10 mètres d'ouverture par des piles de 27 mètres de hauteur; ce pont fut réparé par César, Trajan et Septime-Sévère.

2° Le pont *Milvius*, en amont de la Porte du Peuple, fut construit d'abord en bois, puis en maçonnerie, par Æmilius Scaurus, au temps de Sylla, vers — 100; il fut reconstruit plus tard, par Nicolas V, sur les fondations antiques, et devint le *Ponte Molle;* il avait quatre grandes arches et trois petites, d'une longueur totale de 136 mètres, et offrant un débouché de $94^{m},24$; ces grandes dimensions ont dû protéger les fondations et les piles contre tout accident.

3° Le pont *Ælius* (pl. V, fig. 5-6-7), par la suite le pont Saint-Ange, fut construit par l'empereur Ælius Hadrianus, vers + 138, à une époque où le développement de Rome exigeait déjà des communications plus larges et plus faciles. Il eut alors $10^{m},42$ de largeur entre les têtes; plus tard, il fut refait sur les mêmes piles, à la largeur de 13 mètres, et devint le pont Saint-Ange; on abaissa les naissances pour adoucir les rampes d'accès; on enterra dans les remblais des quais deux arches de rive, car le pont actuel n'a plus que cinq arches, trois médianes de $18^{m},33$ et deux latérales de 7 mètres d'ouverture, au lieu de sept arches que portent les anciennes médailles.

Le pont actuel n'a plus ainsi que 98 mètres de longueur et 62 mètres de débouché; à l'origine, la section libre avec deux arches de plus devait avoir 76 mètres de largeur. C'était le plus faible débouché linéaire des ponts de Rome, ce qui fit ménager là peut-être des fondations meilleures que les autres, et encore

Digitized by Google

existantes. On donna 7 mètres de largeur aux piles centrales, 6 mètres aux latérales, une grande longueur de 23 mètres, un enracinement dans le sol de plus de 5 mètres, et, par surcroît, dans tous les sens, des empatements exagérés, obtenus par des retraites successives, en partant de 29 mètres de longueur sur 13 mètres de largeur à la base.

Les piles, exécutées en travertin, présentent des assises de $0^m,80$ de hauteur, crochetées en *opus revinctum;* les piles sont garnies d'un avant-bec triangulaire à pan coupé; à l'arrière, la pile est carrée. A partir des naissances, la pile se dessine jusqu'aux reins avec une forme semblable, mais après une très-grande retraite sur le couronnement; au-dessus des reins, la pile se termine par deux contreforts soutenant et garnissant les tympans.

Le pont avait 22 mètres de hauteur, de la base des fondations au niveau de la chaussée.

La voûte avait $1^m,65$ d'épaisseur, et était fortement cramponnée dans les joints; elle était extradossée parallèlement, et portait une belle archivolte moulurée.

Au temps d'Hadrien, à l'aplomb des quatre piles médianes, s'élevaient huit statues sur des socles ou pilastres engagés dans les bahuts, ainsi que l'indiquent des médailles du musée du Louvre.

Cette ornementation fut conservée par les papes Nicolas V et Clément IX (xve siècle), qui refirent le pont plus large (à 13 mètres) sur les anciennes piles, et le décorèrent de huit statues d'anges plus basses, posées sur de simples dés, et d'une belle balustrade du Bernin.

4° Le pont *Aurelius, Vatican* ou *Triomphal,* n'offre plus que quelques ruines, dans un coude du fleuve, près de l'hôpital du Saint-Esprit; il fut restauré successivement par Valentinien, Valens et Gratien, puis enfin renversé. Ses débris obstruent le lit du Tibre et créent un barrage qui intercepte la navigation; les eaux se sont frayé un passage et un supplément de débouché sur la rive droite.

5° Le pont *Janiculensis,* actuellement *Sisto,* fut construit par Marc-Aurèle, qui le fit décorer de beaucoup de marbre; mais il fut enlevé, bientôt après son achèvement, par une crue du Tibre.

Digitized by Google

Le pont actuel fut élevé, en 1473, par Sixte IV; il a quatre arches, 98 mètres de longueur totale et 74 mètres de débouché; on a ajouté des œils-de-bœuf aux tympans pour augmenter le débouché des crues.

6° Le pont *Fabricius* ou *Tarpeius* (pl. V, fig. 2), actuellement *Quattro-Capi*, reliait la rive gauche à l'île du Tibre (de nos jours Isola di S. Bartolomeo), et se prolongeait de là sur la rive droite, dans le Transtevère, par le pont *Cestius*, aujourd'hui *S. Bartolomeo*.

Le pont Fabricius fut construit un des premiers, en — 21, par Lucius Fabricius; il existe encore, et a pris son nom de Quattro-Capi des têtes de *Janus Quadrifons* qui ornaient les pilastres des anciens parapets, maintenant détruits.

La division du Tibre en deux bras facilitait le travail; cette position fut naturellement une des premières choisies pour la construction d'un pont fixe.

Il comprend deux arches, l'une de $24^m,25$, l'autre de $24^m,50$, offrant un débouché de $48^m,75$; elles sont portées par deux culées, et une pile médiane de 10 mètres d'épaisseur aux naissances, qui s'élargit par assises saillantes; la longueur totale du pont est de 76 mètres. Les culées sont élégies par des arceaux de $4^m,00$ d'ouverture avec voûtes à deux rouleaux; dans les tympans, un arceau de $5^m,00$ de largeur est ouvert au-dessous du couronnement des piles, et décoré de pilastres toscans.

Les voûtes ont $1^m,80$ d'épaisseur, et sont extradossées parallèlement. On a eu l'idée singulière de renforcer les reins par des rouleaux partiels, qui manquent absolument le but proposé, faute de points d'appui solides et de buttées suffisantes.

Les murs de tête sont surmontées de plinthes et de corniches, supportant un bahut à panneaux moulurés.

Les clefs portent les inscriptions suivantes :

l'une :

L. FABRICIVS. C. F. CVR. VIAR.
FACIVNDVM COERAVIT.

et l'autre :

IDEMQVE
PROBAVIT.

Digitized by Google

L. Fabricius eut la direction du travail, et fut chargé de cette opération importante de la *probatio*, dont nous avons parlé, et qui était la réception de l'ouvrage.

La largeur de ce pont est de 6^{m},00 entre les têtes; la chaussée est sensiblement horizontale d'une clef à l'autre, puis de part et d'autre elle se raccorde avec les quais par des contre-pentes de 7 à 8 0/0; cette disposition, très-fréquente dans les ponts romains, brise la ligne des corniches et des parapets plus élégamment que le dos d'âne des ouvrages postérieurs, et forme une sorte d'attique qui couronne assez heureusement le haut du pont.

La hauteur de la chaussée est de 11 mètres au-dessus de banquettes latérales ou marchepieds, d'environ 9 mètres de largeur, qui courent le long des quais et forment des bas-ports de débarquement.

7° Le pont *Cestius*, construit par Cestius Gallus, peut-être sous Valens et Gratien, a trois arches de 9 mètres de largeur entre les têtes, une médiane de 23^{m},65, et deux latérales de 5^{m},80 d'ouverture; ce débouché de 35^{m},25, ajouté à celui de 48^{m},75 du pont Fabricius, donne une largeur totale de 84 mètres, largement suffisante, supérieure même à celle de 82^{m},50 que Navier avait calculée pour la traversée de Rome; cela explique la meilleure tenue de ces deux ponts, qui ont été moins attaqués, et ont pu se conserver jusqu'à nous.

8° Le pont *Senatorius* ou *Palatinus* s'élevait en face de Sainte-Marie-Égyptienne; ses piles furent construites par le censeur M. Fulvius, et ses arches par L. Mummius, sous le consulat de Scipion l'Africain; il fut plus tard réparé par Auguste; ses piles étaient en *opus revinctum*, mais elles étaient placées obliquement par rapport au courant, ce qui provoqua des affouillements et des remous funestes; ce pont fut trois fois emporté par les crues, en dernier lieu en 1598, après sa reconstruction par Grégoire XIII, en 1575; il en reste trois arches ruinées; le débouché paraît avoir été de 89^{m},90. A l'époque romaine, ce pont fut recouvert d'un toit d'airain, soutenu par quarante-deux colonnes de marbre. On a élevé à sa place un pont suspendu, le ponte *Rotto*.

9° Le pont *Sublicius*, en bois d'abord, comme l'indique

Digitized by Google

son nom, le dernier à l'aval, au pied du mont Aventin, fut le premier établi ou entretenu par le corps sacré des Pontifes, sous Tarquin (vers —620), ou par Ancus Martius, selon d'autres. C'est sur ce pont qu'Horatius Coclès fit la défense légendaire que l'on connaît, pendant une guerre contre les Étrusques. Il fut refait en bois, assemblé par de simples chevilles de fer, pour pouvoir être démonté plus facilement. Le pont en pierre qui fut construit un peu plus tard par Æmilius Lépidus, au dire de Publius Victor, eut trois grandes arches et trois petites ; emporté par les eaux, il fut refait par Tibère, et, après un autre accident, reconstruit en marbre par Antonin. On voit encore les restes de ses culées.

Au dire de Suétone et de Tacite, Caligula entreprit de construire un viaduc pour relier directement le mont Palatin au mont Capitolin.

Dans les environs de Rome, on passait l'Anio sur quatre ponts : *Salaro*, *Nomentanum*, *Mammolo* et *Lucano*.

PONTS EN ITALIE.

Il y avait encore des ponts sur la Néra, le Velino, le Sacco, l'Amazena, la Tepia, la Ninfa, le Mignone et l'Arone ; dans cette région, les ponts modernes ont presque tous utilisé les fondations des ponts antiques, qui ont résisté, soit qu'elles fussent mieux soignées aux environs de Rome, soit qu'elles fussent établies sur le rocher dans des vallées étroites.

VIADUC DE NARNI.

Sur la route de Rome à Terni, on trouve auprès de Narni les ruines d'un ancien viaduc, attribué à Auguste et destiné à relier les deux flancs d'une vallée assez étroite au fond de laquelle coule la Néra (*Nar*) (pl. V, fig. 10).

Ce viaduc avait quatre grandes arches inégales de 22^{m},30, 40^{m},15, 33^{m},90, 42^{m},40 ; sa longueur totale était de 191 mètres ; il restait encore, il y a deux siècles, une arche de

Digitized by Google

22^{m},30 assez bien conservée, une deuxième jusqu'aux reins; les deux autres avaient disparu à partir des naissances.

Les clefs se trouvant à peu près à la même hauteur, les naissances étaient placées à des niveaux différents, et bien accusées, malgré cette irrégularité, par des impostes et des cordons moulurés qui embrassaient toute l'épaisseur des piles et formaient sur certains pieds-droits deux bandeaux superposés.

Les voûtes étaient extradossées parallèlement, et les archivoltes enrichies de moulures; les clefs étaient ornées de cartouches.

Les piles étaient toutes fondées en terre ferme, et inégalement espacées, pour éviter le lit de la Néra; aussi ont-elles bien résisté.

Les murs de tête étaient construits en belle pierre de taille.

La hauteur du viaduc, au-dessus de l'eau, était de 44^{m},52.

PONT DE RIMINI.

A Rimini, pour le passage de la voie Flaminienne, sous le règne d'Auguste et le consulat de C. Calvisius et de Cn. Lentulus, en + 25, fut construit, sur la Marecchia, un pont qui existe encore et reste une œuvre admirable d'architecture (pl. IV, fig. 10-11-12).

Ce pont, que nous donnons d'après le dessin de Palladio, avait 68 mètres de longueur et 10^{m},50 de largeur entre les têtes; il se composait de trois arches centrales de 8^{m},77 d'ouverture et de deux latérales de 7^{m},15; grâce à l'adoption de ces faibles ouvertures, on a pu remonter les naissances au niveau des hautes eaux.

Les piles, de 3^{m},80 d'épaisseur, avaient des avant-becs triangulaires à angle droit; elles étaient fondées sur des empatements de faible hauteur, donnant par assises en retraite une base d'une fois et demie l'épaisseur de la pile, sous un fruit de 1/3.

On avait laissé aux piles des bossages naturels entre ciselures, pour leur donner une apparence de plus grande force, et

Digitized by Google

peut-être pour faire la part de la corrosion et défendre le parement.

Les culées se reliaient aux murs de quai par des murs en double retour d'équerre.

Les voûtes, extradossées parallèlement, portaient de belles archivoltes.

Les tympans étaient ornés de niches surmontées de frontons saillants et décorées de belles statues; ils se terminaient par une magnifique corniche dorique à modillons, supportant un parapet en marbre.

Du reste, par ses proportions autant que par la composition des moulures, toute cette construction appartenait au dorique romain le plus pur; c'était une des œuvres que Palladio admirait le plus, et qu'il a essayé de reproduire souvent, en en copiant la disposition, le style et l'ordonnance.

La chaussée se maintenait horizontale entre les clefs des arches centrales extrêmes, puis elle regagnait les quais sur chacune des arches de rive par des pentes assez prononcées.

Cette disposition terminait l'ouvrage d'une façon plus gracieuse que commode, et ce couronnement brisé offrait un aspect infiniment plus satisfaisant à l'œil que les deux contrepentes continues que nous avons signalées.

La hauteur de la chaussée, au-dessus du fond de la rivière, était de 15 mètres.

Il reste quatre arches de ce pont.

PONT D'AUGUSTE.

Un autre pont, attribué à Auguste par M. Reynaud dans son *Architecture*, ressemble beaucoup au précédent; on l'a même donné souvent pour le pont de Rimini, dont il diffère cependant par un assez grand nombre de détails.

Il avait une longueur de 70m,66, une largeur entre les têtes de 7m,80, et cinq arches d'ouvertures décroissantes : 8m,71, 8m,86, 10m,56, 8m,92, 8m,01, portées par des piles de 4m,07, 4m,46, 4m,44, 4m,13; ces irrégularités avaient été rachetées

Digitized by Google

par un *balancement* de la position des naissances, la chaussée restait sensiblement horizontale entre les clefs des trois voûtes médianes, placées au même niveau, et s'abaissait sur les arches de rive seulement; on avait masqué cet étagement des naissances en effaçant les saillies ordinaires des bandeaux de retombée, et en les perdant dans le parement des pieds-droits. Nous voyons là un exemple de ces erreurs d'implantation qui ne peuvent s'expliquer que par l'imperfection très-grande des moyens d'installation.

Les piles n'avaient que des avant-becs triangulaires; à l'arrière, elles se terminaient carrément à l'aplomb des murs de tête. Les voûtes étaient extradossées parallèlement, décorées d'archivoltes et d'ornements divers aux clefs. Les tympans étaient remplis par quatre frontons avec pilastres, mais sans niches ni statues. Une belle corniche, avec modillons, soutenait le bahut, qui était exhaussé et formait un attique au droit de l'arche médiane. Les trottoirs avaient 1 mètre de largeur, et la chaussée 5 mètres.

Les culées s'engageaient dans les murs de quai. Jusqu'au niveau des naissances, les angles rentrants des piles et du quai étaient, à l'amont, remplacés par des ébrasements ou pans coupés qui conduisaient l'eau sous l'arche, à la manière des épaulements des avant-becs triangulaires, et protégeaient de même l'arête vive du pied-droit.

PONT SALARO.

Pour le passage de la voie *Salaria,* à trois milles de Rome, on construisit, vers le commencement du IVe siècle, le pont Salaro sur le Teverone (*Anio*) (pl. V, fig. 8). Cet ouvrage comprenait une arche centrale de 26m,76 d'ouverture, ayant ses naissances au-dessus de deux banquettes saillantes de 2 mètres, qui rétrécissaient le lit mineur à 22m,76; les culées, dans le lit majeur, étaient percées chacune de deux arches latérales de 4m,12 d'ouverture. Une grande partie de ce pont et des culées est aujourd'hui ensablée par les alluvions du Teverone.

La largeur entre les têtes était de 5m,80; la chaussée mon-

Digitized by Google

tait du sol environnant par deux rampes de 0,09, et s'élevait, au point haut, à 15m,40 au-dessus du plan des naissances.

La voûte centrale, de 1m,40 d'épaisseur, était extradossée parallèlement; elle offrait, mais au-dessus des reins, vers le joint à 45°, un exemple des voussoirs saillants que nous avons signalés déjà.

Les tympans étaient couronnés par une plinthe qui supportait un parapet formé de dés avec mascarons et panneaux sculptés.

Cette construction semble marquer un commencement de décadence dans l'art antique : l'appareil des têtes est moins soigné; les pieds-droits des arceaux sont protégés par un revêtement en plus grand appareil, mais mal raccordé avec les murs de tête; ces chaînes d'angle présentent moins d'épaisseur que la voûte qu'elles paraissent supporter.

PONTS DE VICENCE.

Ces ponts, sur le Bacchiglione et sur le Rérone, à Vicence, furent probablement refaits par Palladio; nous ne les décrivons pas moins volontiers, au milieu des ponts antiques, auxquels ils ont emprunté une grande partie de leur disposition et de leurs traits généraux, à une époque où le nombre des modèles subsistants était encore assez considérable; Palladio a déclaré lui-même s'être inspiré le plus possible des données antiques; à ce titre, ses compositions nous offrent de précieux enseignements.

1° Le *pont sur le Bacchiglione* (pl. IV, fig. 15) avait trois arches, une médiane de 11m,90, et les deux latérales de 8m,90 d'ouverture, montées sur des piles de 1m,98 d'épaisseur. La longueur totale était de 35m,00. Pour ménager le débouché, on avait exhaussé les naissances, et, pour ne pas surélever les clefs, on avait donné aux arcs une montée égale au tiers de l'ouverture.

Les voûtes, extradossées parallèlement, portaient une archivolte moulurée.

Les piles avaient des becs triangulaires, et les culées se

Digitized by Google

raccordaient avec les quais par des pans coupés jusqu'à la hauteur des naissances.

Les tympans étaient en pierre de grand appareil, avec deux hauteurs d'assises alternées; la corniche qui les terminait, était décorée de modillons, et surmontée d'un bahut à grands panneaux.

Le pont avait $9^m,52$ de largeur entre les têtes; la chaussée avait, au droit de l'arche centrale, un palier, termine par deux contrepentes assez raides.

Cet ouvrage était construit en pierre très-tendre de Custozza. Il en reste une arche entière et une pile.

2° Le *pont sur le Rérone* était moins élégant que le précédent, auquel il ressemblait toutefois beaucoup dans l'ensemble. Il est conservé tout entier. Il a $35^m,70$ de longueur, une arche médiane de $11^m,50$ et deux latérales de $9^m,90$ d'ouverture.

Les voûtes sont encore de grands arcs de cercle de montée égale au tiers environ de l'ouverture. Les piles ont $1^m,95$ d'épaisseur.

Les voûtes sont extradossées parallèlement, sans saillie ni archivolte moulurée.

Les tympans, composés d'un grand appareil à assises inégales, sont couronnés par une corniche et un bahut très-simples.

Les piles présentent des becs triangulaires, les culées des ébrasements latéraux jusqu'au niveau des naissances.

La largeur de ce pont est de $7^m,93$ entre les têtes.

Il existait encore un pont sur le Metauro, à Calgi; les murs des tympans étaient en *opus incertum*, comme ceux de quelques autres ponts des provinces.

A Aoste, sur la Doire-Baltée, on retrouve un pont romain qui offre cette particularité d'être orné d'une porte, comme l'étaient les ponts de Saintes, d'Alcantara, etc.

On rencontre quelques traces d'anciens ponts sur le parcours de la voie Aurélienne, surtout vers Civita-Vecchia.

L'Italie, qui fut assurément mieux partagée que toute autre province sous le rapport des ponts, est peut-être le pays

Digitized by Google

qui nous en a gardé le moins de vestiges; on peut expliquer ce fait par les changements profonds survenus depuis quinze siècles dans le profil des vallées submersibles de cette contrée. A la suite des inondations périodiques, les berges plates se sont exhaussées par des dépôts successifs, ont encaissé le fleuve dans un lit nouveau, en transformant une section plus ou moins triangulaire, avec son sommet au thalweg, en une section à peu près rectangulaire, comme nous en apercevons, en dehors des faits classiques de la vallée du Pô, un autre exemple dans les abords du pont Salaro, sur le Teverone (pl. V, fig. 10) : les culées, aujourd'hui ensablées, ne l'ont été que depuis la construction du pont, sans quoi les arceaux de ces longs massifs eussent été parfaitement inutiles.

Suivant la nature des éléments charriés, arènes ou limons, avec la constitution des nouvelles berges à talus plus raide, le lit a pu s'exhausser ou s'approfondir; mais, dans tous les cas, le niveau des crues s'est de plus en plus relevé; au milieu de ces changements de section, les anciens ponts, ne pouvant suivre ce relèvement du plan d'eau, ont fini par créer de véritables barrages, qui ont été emportés, d'autant plus facilement que l'obstruction partielle du débouché favorisait des affouillements dangereux; dans d'autres cas, l'abaissement du lit a mis les fondations dans une position plus précaire encore.

On retrouverait certainement enfouis dans les alluvions les enracinements des ponts construits par les Romains sur la plupart des fleuves de l'Italie, mais il n'en reste pas de vestiges apparents.

Nous voyons mieux, à quinze siècles de distance, la faute que les Romains ont commise en ne ménageant pas de plus larges débouchés et une section libre plus élevée à ces ouvrages, dont le sort se lie d'une façon si intime aux phénomènes géologiques qui les entourent; ces modifications, dans la conformation des vallées, se sont produites d'une façon très-accusée et très-générale dans les plaines larges et basses qu'on rencontre si fréquemment en Italie; pour cette cause, les anciens ponts ont disparu là plus rapidement et plus complétement qu'en France et en Espagne, où nous les retrouvons encore sur un plus grand nombre de points protégés par des immunités spéciales.

Digitized by Google

PONTS DANS LES GAULES.

Pour correspondre à ces chemins gaulois dont nous avons parlé, César trouva, en pénétrant dans la Gaule, des ponts tout aussi primitifs, jetés sur les torrents et les petits cours d'eau. Sur un soubassement grossier en quartiers de rocher, on construisait sur les deux rives de véritables empilages de pièces de bois en grume, entrecroisées à angle droit, chaque assise nouvelle surplombant sur l'assise inférieure; les interstices étaient remplis de terre ou de débris de pierre; quand les becs étaient assez voisins, on jetait de l'un à l'autre une série de longrines sur lesquelles on clouait un plancher. On retrouve encore cette tradition sur quelques points de la Savoie.

Ce système était employé pour la construction des murs d'enceinte, qui, par l'enchevêtrement des rondins, acquéraient une grande stabilité; César l'emprunta pour la *fortification* de ses lignes.

Abandonnant ces constructions primitives, l'art gallo romain nous a laissé des monuments et des souvenirs plus considérables de son passage.

Dans les Gaules, on trouve, sur la voie Aurélienne, un ancien pont romain sur la Siagne, près de Cannes, et un autre, le *pont Aurélien*, sur l'Argens, près de Châteauneuf (*Forum Voconii*). L'embranchement conduisant de la voie Aurélienne au port de Fréjus passait le canal qui amenait les eaux de l'Argens au fond du port, sur un pont appelé *pons Argenteus*.

Pont de l'Argens.

Ce pont (pl. IV, fig. 13-14), qui subsiste encore, a 17 mètres de longueur et trois arches, la médiane de 6 mètres, et les deux latérales de 3 mètres d'ouverture. Les piles, très-fortes, ont 2m,40 d'épaisseur; elles ont des avant-becs demi-cylindriques, sans arrière-becs; leurs fondations ont 3 mètres de largeur.

Digitized by Google

Les voûtes ont $0^m,90$ et $0^m,75$ d'épaisseur, avec une archivolte simple.

Les tympans et les piles sont exécutés en petit appareil de $0^m,15$ de hauteur d'assise.

La largeur entre les têtes est de 6 mètres.

On retrouve un autre pont romain à Grimaud (*Samblacis*), près de Saint-Tropez.

La voie Aurélienne franchissait, près de Saint-Chamas, l'Arc, sur un pont qui existe encore, et la Touloubre, sur le *pont Flavien*.

Pont Flavien.

Ce pont, très-bien conservé et fort élégant, se compose d'une seule arche et se termine par deux portiques (pl. IV, fig. 8-9). Il a $22^m,70$ de longueur entre les portes; l'arc plein cintre a $10^m,20$ d'ouverture, et ses culées s'appuient contre les flancs rocheux du lit étroit que s'est creusé la Touloubre; la largeur est de 6 mètres de tête en tête.

La voûte, de $0^m,70$ d'épaisseur, et les tympans sont faits en grand appareil de pierre de Calissane. L'archivolte est simple, mais les impostes sont moulurées.

Les portiques ou arcs corinthiens qui se dressent aux deux entrées du pont, ont $7^m,20$ de hauteur totale et $2^m,80$ d'ouverture; ils sont flanqués chacun de quatre pilastres, et portent une inscription en l'honneur de Donnius, qui les fit élever ou peut-être fit réparer la route.

Ponts d'Arles.

La voie Aurélienne devait rejoindre à travers la Crau la voie qui venait de Fos, pour gagner Arles avec elle en passant la vallée sur un viaduc ou à niveau, à l'emplacement du pont de Crau actuel, et sur le côté de l'ancien pont-aqueduc, dont le canal de Craponne a utilisé les fondations.

A Arles même, pour le passage de la voie Domitienne, et réunissant à la ville le faubourg important de Trinquetaille, un pont était construit sur le Rhône.

Digitized by Google

C'était, au dire du poëte Ausone (1), une œuvre merveilleuse, qui formait comme une large place entre les deux parties de la ville; il avait des piles en maçonnerie et des travées en charpente; on retrouve les restes informes des culées engagés dans les quais actuels; de ces ruines, on peut conclure que la longueur du pont était d'environ 286 mètres et la largeur de 6m,20. L'axe de l'ouvrage fait avec la direction actuelle du fleuve un biais de 70°, mais cet angle a pu résulter d'une inflexion moderne du lit.

Pont de Fourques et pons Ærarius.

Le second bras du Rhône était franchi, vers le village de Fourques, sur un pont moins important, dont on aperçoit encore quelques traces aux très-basses eaux.

Un bras de crue qui se formait alors dans la vaste plaine de Beaucaire, au pied des collines de Bellegarde, se traversait au *pons Ærarius, mutation* des Itinéraires, au bas d'une ruine qui fut une tour, peut-être chargée de défendre la tête de ce pont et d'assurer la perception d'un péage.

Ponts sur le Rhône.

En remontant le Rhône, sur le parcours de la voie Domitienne, de Lyon à Arles et aux Pyrénées, on aurait trouvé, d'après les auteurs de la Carte des Gaules, une double traversée du Rhône par cette voie, d'abord à Anconne (entre Donzère et Montélimart), puis à Valence. On ne s'explique pas très-bien l'utilité de ce rejet de la voie de la rive gauche sur la rive droite; on n'évitait pas les flancs escarpés et le resserrement de Donzère, que nos voies modernes n'ont pas contournés sans de pénibles travaux; on ne

---

(1) *Pande, duplex Arelate, tuos blanda hospita portus,*
Gallula Roma Arelas, ...
Præcipitis Rhodani sic intercisa fluentis,
Ut mediam facias navali ponti plateam.
Per quem Romani commercia suscipis orbis,
Nec cohibes.. . . . . .

Digitized by Google

rencontrait pas sur la rive droite un terrain plus favorable ni des centres plus importants ; on n'aurait évité que le passage de la Drôme, au prix d'une double traversée du Rhône!

Cette version a été fort contestée, et reste encore fort contestable ; on a bien trouvé des bornes milliaires sur la rive droite, vers Viviers ; mais il n'est pas impossible qu'une seconde voie, partant de Valence, n'ait longé le cours du fleuve, comme on en trouve un exemple sur la Loire en aval de Tours ; Valence était un centre important vers lequel convergeaient deux routes venant d'Italie, et deux autres d'Arles et de Lyon ; pour assurer les communications de la rive gauche avec les plateaux du Vivarais par les vallées secondaires de la rive droite du Rhône, on put construire un pont et un embranchement, mais il semble impossible que la voie Domitienne ne se soit pas continuée tout droit jusqu'à Valence, par la rive gauche.

Ponts de Vienne.

On a souvent donné une origine romaine au pont qui reliait Vienne à Sainte-Colombe et qui, maintes fois réparé, fut emporté en 1407 par une crue extraordinaire du Rhône ; cette opinion est erronée, car la construction de cet ouvrage ne remontait qu'à 863. Vienne avait seulement trois ponts romains sur la rivière de Gère, pour relier les différents quartiers de la ville.

Ponts de Lyon.

La voie Domitienne entrait à Lyon à peu près à la hauteur du pont actuel de la Guillotière ; le Rhône et la Saône étaient alors plus rapprochés et se rejoignaient vers la gare de Perrache ; le pont gallo-romain sur le Rhône était plus voisin de la place de Bellecour, et le lit actuel du fleuve était traversé par la voie, dont la trace est marquée par ces tombeaux et ces mausolées qui jalonnaient d'ordinaire les routes aux abords des villes, qu'on a retirés du fleuve en grand nombre, et qu'on y retrouve encore.

Lyon s'étendant surtout sur les deux rives de la Saône, il y eut quatre ponts faits à grands frais sur cette rivière ; nous les

Digitized by Google

trouvons indiqués dans les auteurs avec cette mention : ***Pontes excellentes qui non modicâ impensâ structi sunt.***

Sur les affluents du Rhône, on trouve encore existants :

Pont Julian.

Le *pont Julian,* à 5 ou 6 kilomètres d'Apt, sur le Caulon ; il est attribué à J. César ; il présente trois arches avec l'arche médiane plus grande ; les piles sont élégies transversalement.

Pont de Vaison.

A Vaison (Vaucluse), sur l'Ouvèze, existe encore un beau pont romain d'une seule arche, reliant les deux quartiers de la ville ; cette arche a 20 mètres d'ouverture, et la largeur du pont est de 9 mètres entre les têtes. Les culées sont appuyées contre le rocher. Cette construction, en grand appareil, est d'une grande hardiesse et d'une solidité remarquable, bien qu'on ait arraché tous les crampons de bronze qui reliaient les pierres.

Les parapets ont été refaits ; les arêtes des voûtes ont été usées par le frottement des graviers et des corps charriés dans les crues.

Pont de la Pile.

Sur l'Ain, le *pont de la Pile,* d'origine romaine, sur la voie secondaire d'Orgelet à Charchilla (Jura), avait une arche de 38 mètres d'ouverture ; il fut emporté au XIIIe siècle.

Dans cette région, on voit encore aux Villards d'Héria, près de l'antique ville d'Antre, le *pont des Arcs,* fait en grand appareil régulier de pierres de 2 mètres de longueur et d'un mètre carré de section, et construit par une légion égyptienne, au temps d'Auguste.

En Savoie, on retrouve entre Aix et Le Châtelard, au pont de Bauge, une arche romaine sur le Chéron, et près d'Annecy, sur le Fier, le pont Saint-Clair actuel a utilisé les fondations d'un pont qui servait au passage de la voie romaine visible encore à quelques pas plus loin.

Digitized by Google

Ponts sur le Doubs.

Sur le Doubs, à Besançon, le *pont Battant* est un ancien pont romain, enclavé dans des réfections et des élargissements modernes.

On retrouve d'autres vestiges de ponts romains, sur le Doubs, à Ponthoux, à Dôle, à Mandeure; Pont-de-Roide en possède un d'origine romaine.

On en rencontre deux autres sur le Drugeon, à La Chaux-d'Arlier et à Pontarlier.

Pont d'Ambrois.

Dans le bassin de la Méditerranée, il existe encore quelques ponts romains; sur le trajet de la voie Domitienne, appelée la *via Moneta*, entre Nîmes et Montpellier, on rencontre près de Grand-Gallargues un ancien pont construit sur le Vidourle (pl. V, fig. 3), au lieu que les Itinéraires appelaient *Ambrussum*, à l'amont du moulin Veindran; il en reste encore deux arches réduites à la voûte, et deux piles portant les retombées jusqu'aux reins; au siècle dernier, on voyait encore trois arches; il est facile, avec ces éléments, de reconstituer l'ensemble de l'ouvrage. Il avait cinq arches; les deux premières de la rive gauche avaient $12^m,00$, les trois autres $11^m,30$ d'ouverture; il présentait 78 mètres de longueur, $7^m,10$ de largeur entre les têtes et 8 mètres de hauteur au-dessus de l'étiage. Les voûtes avaient $0^m,75$ d'épaisseur; trois ont disparu; les piles faisaient culées, et n'ont pas été ébranlées par la chute des voûtes voisines.

Les piles et les tympans sont en pierre de grand appareil, présentant $0^m,60$ de hauteur d'assise.

Les avant-becs sont triangulaires, corrodés par les chocs des glaces ou des corps flottants; l'arrière de la pile est rectangulaire et à l'aplomb de la tête aval.

Les naissances sont marquées par des bandeaux saillants, qui forment parpaings sur toute l'épaisseur de la pile.

Au-dessus de ce couronnement des pieds-droits règne, dans

Digitized by Google

la longueur de chaque pile, une ouverture rectangulaire de $1^m,25$ par $0^m,65$, qui prétendait fournir probablement un débouché supplémentaire; puis, transversalement, sur toute l'épaisseur de la pile, trois ouvertures carrées de $0^m,60$ par $0^m,60$, qui furent appelées sans doute à recevoir les abouts des poutres chargées de supporter tout le cintre pendant la construction des voûtes.

Les culées se perdaient dans les remblais des rampes d'accès du pont.

La chaussée était à peu près de niveau; elle suivait un peu les inflexions de l'extrados en *moutonnant* légèrement.

Pont de Sommières.

Plus en amont, à Sommières (Gard), sur le Vidourle, on retrouve encore huit des dix-sept arches plein cintre du pont construit, en + 31, sous Tibère, pour le passage de la voie secondaire de Nîmes à Lodève.

Les arches de ce pont avaient des diamètres décroissant progressivement depuis l'arche médiane, et la chaussée présentait deux rampes continues (pl. V, fig. 9).

Les piles, pourvues d'avant-becs triangulaires, étaient élégies à partir du plan des naissances par des arceaux supplémentaires.

Pont de Boisseron.

On rencontre ces dispositions d'arches décroissantes du milieu aux rives, de deux rampes continues et de piles évidées par des arceaux, au pont de Boisseron (Gard), à 2 kilomètres de Sommières, construit sur la rivière de Venobia, pour le passage d'un raccordement de la voie précédente avec la voie Domitienne, à *Sextantio*. Il reste encore cinq arches de cet ancien pont.

Ponts de Céret et d'Alet.

On voit aussi un reste d'ancien pont romain près de Pont-de-Céret (Pyrénées-Orientales), au passage du Tech par l'an-

Digitized by Google

cienne voie, qui reliait la voie de Narbonne aux Pyrénées aux thermes d'Amélie-les-Bains.

Sur l'Aude, à Alet, près de Carcassonne, il existe encore un ancien pont de la voie de Narbonne à Toulouse.

Ponts de Périgueux.

Dans la Gascogne et l'ancienne Aquitaine, on retrouve à Lourdes un vieux pont dont quelques parties sont romaines; Périgueux comptait sept ponts : six sur l'Isle et un sur le Toulon; quatre ont été refaits; aux eaux très-basses, on découvre les piles et les fondations des autres.

Pont de Saintes.

Les voies qui se croisaient à Saintes, traversaient la Charente sur un pont dont il ne reste plus qu'un arc de triomphe; cet arc devait orner le milieu du pont, comme à Alcantara; il a environ 15 mètres de largeur, 20 mètres de hauteur et 7 mètres d'épaisseur; il est percé de deux ouvertures de 3m,45 de diamètre, avec archivoltes, impostes et pilastres corinthiens. Une inscription dédie ce monument à Tibère; le portique est aujourd'hui enclavé dans le quai, ce qui indiquerait une déviation latérale assez importante du cours du fleuve. Un pont, démoli il y a vingt-cinq ans, avait été construit au Moyen-Age sur les piles du pont romain.

Sur la Loire, on n'a guère retrouvé encore que les vestiges du pont qui la passait au-dessus de Diou, avec la voie de Digoin à Moulins et Bourbon-l'Archambault.

On a signalé un pont antique sur le Loing, à Dordives (Loiret).

Sur un très-grand nombre de points, on a été conduit à supposer l'existence de ponts, d'après l'étymologie du nom gallo-romain de la ville, mais sans qu'on ait rencontré les traces certaines de ces ouvrages.

Digitized by Google

Pont de la Vieille-Brioude.

Sur l'Allier, à 4 kilomètres de Brioude, existait encore, il y a un demi-siècle, une œuvre d'une témérité sans égale, à laquelle on a longtemps attribué une origine romaine, tant elle réunissait fidèlement tous les caractères d'une construction antique; ce n'en était qu'un pastiche, créé en 1454, après les grands ponts d'Avignon (1177-1188), de Bonpas, Saint-Esprit (1265-1309), à une époque où les modèles romains subsistaient en plus grand nombre qu'aujourd'hui, et s'imposaient à l'inexpérience du temps avec la consécration d'une épreuve victorieuse de quinze siècles. Nous citons volontiers ici cette œuvre du pont de Brioude, à titre de renseignement précieux, comme une copie, une reproduction intéressante de l'antique, comme une des entreprises les plus audacieuses du Moyen-Age, et l'exemple d'un beau succès, que les Anglais ont seuls tenté de retrouver dans leur pont de Chester, sur la Dée, en 1834 (une arche de 60 mètres d'ouverture et de 12^{m},00 de flèche).

Placé dans une vallée assez escarpée, ce pont appuyait deux culées sur le rocher, et franchissait l'Allier par une seule arche de 54^{m},20 d'ouverture; pour profiter d'une saillie du rocher, une retombée était plus élevée que l'autre; le demi-cercle n'était pas complet, car la flèche au-dessus de l'eau n'était que de 21^{m},00; la montée était donc un peu supérieure aux 2/5 de l'ouverture. La largeur entre les têtes était de 4^{m},90; on accédait au milieu du pont par deux rampes de 0^{m},08 par mètre.

La voûte était formée, aux têtes, de deux chaînes en pierre de taille de 1^{m},50 d'épaisseur; comme la longueur ne devait pas être inférieure à cette *queue*, les deux têtes, en grand appareil à joints précis, devaient occuper au moins les 2/3 de la largeur de la voûte, à la façon de ces arcs-doubleaux dont nous avons signalé l'intervention dans les constructions antiques; l'espace compris entre ces deux anneaux était rempli en maçonnerie ordinaire, comme nous l'avons vu pratiqué au pont d'El-Kantra et dans d'autres édifices, comme le Colisée.

Les tympans étaient construits en *opus incertum*. Les

Digitized by Google

murs de tête se raccordaient avec les routes à flanc de coteau par quatre quarts de cylindres convexes.

La longueur du pont était de 78 mètres entre ces murs courbes en retour.

Le rapport du vide au plein était de $1^m,73$, et celui du vide à la surface totale de $0^m,63$.

La plus grande charge supportée par les maçonneries s'élevait à 11 kil. 170.

Malgré ces témérités, ce pont resta debout pendant quatre siècles, et ne s'écroula qu'en 1822; il a été reconstruit depuis.

Cet arc est un des deux ou trois plus grands et plus hardis qu'on ait jamais exécutés; à cette époque surtout, où l'on ne savait pas prendre des points d'appui solides sur le fond d'une rivière, ni soutenir et soulager les cintres par des câbles suspendus aux deux flancs de la montagne, l'établissement du cintre capable, sur une pareille portée, de recevoir la charge de pareilles voûtes sans trop fléchir, dut présenter des difficultés que nous n'abordons pas volontiers de nos jours, malgré toutes les ressources de l'art moderne.

Ce fut le chef-d'œuvre du Moyen-Age, chef-d'œuvre trop peu connu, que nous devons rappeler à la gloire de nos pères; les élèves avaient dépassé les maîtres, et leur succès ne fut pas éphémère, puisqu'il subsista pendant quatre siècles.

Ponts de Lutèce.

Dans le bassin de la Seine, on sait que la Seine était passée à Lutèce, à la hauteur de la Cité, par un pont sur le grand bras, à peu près sur l'emplacement du Pont-au-Change, et sur le petit bras, à l'emplacement du Petit-Pont, ces deux ouvrages n'étant pas sur le prolongement l'un de l'autre.

On croit avoir retrouvé sur la Marne, à Charenton, les pilotis du pont que traversait la voie venant de Montereau et de Sens.

Sur l'Armançon, à Lézinnes, une tranchée a mis à découvert deux arches d'un pont qui devait appartenir à la voie de Tonnerre à Langres.

Digitized by Google

PONTS EN HELVÉTIE ET EN GERMANIE.

Les voies qui, à Genève, arrivaient des Alpes et se prolongeaient sur la rive droite du lac, franchissaient le Rhône sur un pont.

Dans le Valais, on trouve encore sur le Rhône, à Martigny, les culées du pont qui servait au passage de la voie de Milan à Strasbourg; cet ouvrage avait une arche unique de 22 mètres d'ouverture, appuyée sur deux rochers, la Dent de Morcles d'une part, et la Dent du Midi de l'autre.

A Payerne, près d'Yverdon, le pont de la Broye porte une inscription romaine.

Sur la Moselle, le pont de Trèves fut construit en grand appareil de basalte, amené de vingt lieues de distance; cette magnifique construction, qui existait déjà en + 70, au dire de Tacite, était encore debout au XVIIe siècle; les Français le firent sauter en 1689; les arches et deux piles furent détruites; ce pont fut reconstruit en calcaire bleuâtre sur ce qui restait des anciennes piles, par l'électeur Charles-Louis, vers 1720. Il avait environ 230 mètres de longueur et 8 mètres de largeur.

Sur le Rhin, on retrouve, au bas étiage, les fondations du pont de Cologne, et celles du pont de Mayence, construit sous Trajan par la XXIIIe légion; sur ces dernières piles, Charlemagne fit reconstruire un pont en bois.

PONTS EN ESPAGNE.

C'est en Espagne qu'il faut aller chercher les modèles les plus beaux et les plus nombreux qui nous restent des travaux publics romains. Cette contrée ne fut sans doute pas plus richement dotée que les autres, quoique, occupée de bonne heure, elle ait pu jouir un peu plus longtemps des bienfaits de la civilisation romaine; mais sa constitution géologique se prêta mieux aux grands travaux, en fournissant les matériaux nécessaires, et des bases solides qui leur permirent d'affronter et de soutenir, littéralement de pied ferme, les assauts du temps. Ses richesses minéralogi-

Digitized by Google

ques donnèrent largement aux cités des ressources suffisantes pour subvenir aux plus grandes dépenses; toutes les grandes œuvres utiles, comme les ponts, les voies, les aqueducs, eurent enfin, dans cette contrée, la bonne fortune de tomber, par la suite, entre les mains d'un peuple puissant et industrieux, les Arabes, habitués dès longtemps à lutter contre les difficultés naturelles, et initiés à tous les secrets d'une science et d'une civilisation très-avancée. Tandis que partout ailleurs, en Italie et dans les Gaules, les grands travaux laissés par les Romains disparaissaient ruinés par la main des barbares, ou périssaient, faute de soins, au milieu de l'anarchie et de l'indifférence des hommes, absorbés par les guerres étrangères ou intestines, en Espagne, les Arabes, solidement établis, se livraient à une restauration habile de leur conquête; sous la main puissante et à la volonté obéie de leurs califes, les ponts étaient reconstruits ou réparés, les aqueducs rétablis; ils dotaient ce pays d'importations toutes nouvelles: pour la première fois, on voyait, par leurs soins, des irrigations entreprises sur une échelle absolument inconnue, alimentées par de gigantesques barrages élevés au travers des vallées, comme on en retrouve encore dans la province de Valence; toutes les forces productrices du pays étaient développées avec une intelligence admirable. En même temps se fondaient par milliers les palais, les mosquées, les hospices, les écoles, les bains publics, et des merveilles, comme le palais Al-Zehra ou la mosquée de Cordoue. En prenant la place des Arabes, les Maures continuèrent pendant trois siècles la même tradition, en laissant après eux, comme témoins de leur génie, l'Alhambra, les Alcazars de Grenade, de Ségovie et de Tolède, et la Giralda de Séville. Comme autrefois, sous la domination romaine, l'Espagne, sous l'impulsion sarrasine et mauresque, tira de son sein tous les éléments d'une prospérité sans égale, qu'elle ne sut recouvrer, par la suite, pour un temps, qu'avec l'appoint des tributs du Mexique et du Pérou.

C'est aux Arabes que nous devons pour une grande part la conservation des monuments romains de l'Espagne; grâce à eux, ces derniers purent franchir une période critique de près de sept siècles, qui, ailleurs, en laissa tant périr; ils parvinrent ainsi à peu près saufs à une époque où l'on comprit

Digitized by Google

mieux les services qu'ils pouvaient rendre et les soins qu'ils réclamaient.

Les principaux ouvrages que nous rencontrons encore en Espagne, sont les suivants :

Pont de Martorell.

Près de Barcelone, on trouve sur le Llobregat le *pont de Martorell*, qu'on appelle dans le pays *Pont-du-Diable*, et qui servait au passage de la grande voie de Catalogne en Aragon. Cet ouvrage a une arche ogivale très-grande, et deux arches latérales, l'une ogivale, l'autre plein cintre; il est très-étroit, avec deux contrepentes très-raides et presque inaccessibles aux voitures. Au milieu du pont, se dresse un portique, et à l'une des entrées s'élève un arc de triomphe, sans ornement et contemporain de l'ouvrage.

On attribue cette construction à Annibal, en —219; l'arc de triomphe aurait été élevé en l'honneur d'Amilcar. Les arches ogivales sont dues à une réfection arabe. Ce pont fut réparé en 1768 par Charles III.

Pont de Cuença.

A Cuença, sur le Huescar, on rencontre le pont San-Pablo, d'origine romaine; cet ouvrage, fort remarquable par sa hardiesse et sa solidité, appuie ses culées contre le roc; il a 98 mètres de longueur, et quatre piles de 42 mètres de hauteur.

Il existe à Ronda un fort beau pont d'une seule arche de 100 mètres de hauteur au-dessus de l'eau, et de 70 mètres de longueur, qu'on attribue souvent aux Romains, mais qui ne remonte qu'au Moyen-Age.

Pont de Cordoue.

A Cordoue, sur le Guadalquivir, on voit un beau pont, dont la construction est attribuée par les auteurs arabes à Octave Auguste, et qui fut réparé plus tard par eux; il a seize

Digitized by Google

arches portées par des piles terminées par des becs demi-cylindriques surmontés de demi-cônes.

Pont d'Evora.

Parmi les ouvrages les plus hardis entrepris en Espagne sous la domination romaine, on peut citer, en Andalousie, sur le Guadalquivir, le *pont d'Evora,* d'une seule arche, appuyée sur deux rochers opposés, et construit par les habitants de la ville.

Près de Cadix, le *puente Suazo* est un ancien pont romain.

Pont de Mérida.

Sur les voies qui allaient dans le Nord et à Lisbonne, on trouve, à Mérida, le *pont du Guadiana,* dont l'origine est contestée, mais que beaucoup rapportent à l'époque romaine, et même à Trajan; il a une longueur de 780 mètres, une hauteur de 10 mètres et une largeur de 6^{m},50, avec soixante-six arches en plein cintre.

Pont d'Alcantara.

Le *Pont d'Alcantara*, sur le Tage, dans l'Estramadure, est une des œuvres les plus remarquables des Romains. Il fut construit en six ans par Trajan, en + 98, sur la route qui reliait Alcantara (*Norba Cæsarea*) à Mérida (*Emerita*); une des petites arches fut coupée par les Sarrasins en 1243, puis reconstruite par Charles-Quint en 1543; une arche fut de nouveau coupée en 1808, puis reconstruite en bois en 1818 et incendiée en 1836; elle n'a plus été refaite, et l'on repasse encore le Tage en bac, au pied de ce pont magnifique aux neuf dixièmes intacts!

Ce pont a six arches : les deux médianes, égales, ont 30 mètres d'ouverture, et sont portées par des piles de 10 mètres de face; les arches latérales ont 18 mètres d'ouverture, et leurs piles 6 mètres environ.

La longueur totale de la chaussée est de 188 mètres, et la largeur entre les têtes de 6^{m},72.

Digitized by Google

Les parapets ont 1^{m},60 de hauteur, et, pour ménager la largeur de la chaussée, 0^{m},56 d'épaisseur seulement.

Ce pont a été construit en grand appareil d'énormes dimensions, sans ciments, à joints précis, avec des crampons de fer scellés au plomb.

La hauteur de la chaussée au-dessus de l'eau est de 48 mètres; la profondeur des piles au-dessous est d'environ 10 mètres.

Sur le milieu du pont s'élève encore un arc de 13 mètres de hauteur et de 3 mètres d'épaisseur, dont le couronnement se trouve ainsi à 71 mètres environ au-dessus du fond de la rivière; cet arc portait de grandes tables sur lesquelles étaient gravés les noms des cités qui avaient contribué à la construction de cet ouvrage. Une inscription voisine rapporte à C. J. Lacer l'honneur de cette construction, comme architecte sans doute.

Pont d'Alconetar.

Sur l'ancienne voie de la Plata, on traversait encore le Tage, sur le pont romain d'*Alconetar*, qui avait treize arches et 250 mètres de longueur; il en reste deux arches sur la rive droite, et les piles apparaissent aux basses eaux; on a vainement essayé de le reconstruire.

Pont de Chaves.

En Portugal, on retrouve à Chaves (*Aquæ Fluviæ*) un pont de dix-huit arches, assez bien conservé, et construit par Vespasien ou Trajan.

Pont d'Orense.

Sur le Minho, à Orense, on rencontre un premier pont romain de trois arches de 11 mètres, sur un ravin, puis un second, de 370 mètres de longueur et de 5 mètres de largeur, composé de sept arches; l'arche médiane a 44 mètres d'ouverture et 38 mètres de hauteur au-dessus de l'eau.

Ce pont remonterait, selon les uns à Trajan, selon les autres au XIIIe siècle seulement.

Digitized by Google

Ce serait, dans ce dernier cas, une de ces copies de l'antique admirablement réussies, comme nous en trouvons en France dans la période du XIIe au XVe siècle.

Pont d'Almazan.

A Almazan, le Douro est passé sur un beau pont de 163 mètres de longueur et de 4^{m},50 de largeur, en pierres de grand appareil, avec deux rampes très-raides; ce pont a treize arches d'ouvertures décroissantes à partir de l'arche médiane, qui a 7^{m},50 de hauteur de la clef au niveau de l'eau.

Ce pont a été quelquefois attribué aux Arabes, le plus souvent aux Romains; il présente bien tous les caractères de la construction romaine.

On trouve un autre pont romain à Lubia, sur un affluent du Douro.

Pont de Salamanque.

Ce pont, construit par Trajan sur la Tormes, au passage de la voie *Lata*, appelée plus tard *chemin d'Argent* ou *camino de Plata*, à Salamanque, est, après l'aqueduc de Ségovie, l'œuvre la plus importante laissée par les Romains sur le sol de l'Espagne.

Il a 735 mètres de longueur et vingt-sept arches de 20^{m},30 d'ouverture, portées par des piles de 6^{m},48 d'épaisseur. La chaussée n'est pas à une moindre hauteur au-dessus de l'eau que celle du pont d'Alcantara.

Pont de la Tormes.

Sur la Tormes, entre Ledesma et Ciudad-Rodrigo, on rencontre un autre pont romain, de 180 mètres de longueur, de 8 mètres de largeur, et de cinq arches, de 20 mètres de hauteur sous clef; les trois arches médianes sont en ogive, les deux latérales en plein cintre.

On l'attribue aux Romains; les Arabes restaurèrent sans doute en ogive les arches ruinées du milieu.

Près d'Oviédo s'élève, à Olloniégo, un pont romain, sur le

Digitized by Google

Valon, à côté d'un pont moderne de cinq arches en marbre.

Sur l'Ebre, à 5 kil. d'Ona, on trouve un pont romain, appelé le *Horadada*, très-élevé et formé d'une seule arche très-hardie.

Sur l'Ebre encore s'élève, près de Tudela, le pont disparate de *Castejon*, de dix-sept arches en ogive ou en plein cintre entremêlées, et distribuées ainsi : deux pleins cintres d'appareil antique, une ogive, un plein cintre très-large et très-haut, une ogive, trois pleins cintres, une ogive basse, un plein cintre surbaissé, une ogive surbaissée et deux pleins cintres.

L'ordonnance sévère des constructions romaines n'aurait jamais admis un pareil mélange d'ordres divers; on ne saurait contester que les ogives intercalées datent d'une époque postérieure et dénoncent une restauration arabe d'arches écroulées; nous voyons encore, sur cet exemple, que les piles-culées des Romains faisaient bien exactement leur office, puisque les arches remplacées sont toujours seules, leur chute n'ayant jamais compromis ni entraîné leur voisine.

INTRODUCTION DE L'OGIVE DANS LES TRAVAUX PUBLICS.

Ce mélange singulier de l'ogive au plein cintre est fait pour étonner : les Arabes montrèrent dans leurs œuvres un goût, un sentiment de l'art qui aurait dû leur défendre un aussi étrange amalgame, d'autant plus qu'ils savaient fort bien exécuter les arcs en plein cintre, en les surhaussant d'une façon très-hardie, ce qui est une des caractéristiques de l'art arabe. Dans les travaux de réparation d'un simple caractère d'utilité, ils s'affranchirent, dans un sens trop exclusivement pratique, des exigences de l'art et du coup d'œil, et appliquèrent, souvenir ou réminiscence de l'art assyrien ou persan, l'ogive, qui leur présentait de grandes facilités d'exécution et une grande réduction du cintrement. L'ogive avait, du reste, pris sa place dans les travaux publics, depuis sa grande application au pont-aqueduc de Spolète, par Théodoric, roi des Visigoths, en 541; les constructeurs arabes, bien que dévoués au plein cintre, s'étaient également emparés de l'arc nouveau, et il est vraiment curieux de voir, dès la chute de l'empire romain, un

Digitized by Google

véritable style ogival, cinq siècles avant son admission dans les monuments civils et religieux, s'introduire dans les travaux publics, au milieu d'une période de plein cintre des architectures arabe et romane, sous les efforts et par l'accord simultané de deux peuples, venus l'un du Midi, l'autre du Nord, sans origine commune, mais instruits sans doute tous deux au même contact de l'art persan.

PONTS EN AFRIQUE.

En Afrique, les Romains ont laissé de nombreux témoins de leur féconde activité. Malgré les facilités que présentaient au passage des voies les fleuves souvent desséchés de ces provinces, les ponts romains tinrent dans les constructions de cette province une place honorable.

Pont de Constantine.

A Constantine, un pont, construit de 138 à 161, reliait la porte d'El-Kantara au plateau de Mansourah, en passant à 104 mètres au-dessus des eaux du Rummel; portant sur deux saillies de rocher à 56 mètres au-dessus de l'eau, ce pont se composait de deux étages d'une hauteur totale de 48 mètres : le premier étage avait deux arches centrales et deux demi-arcs latéraux buttés contre le rocher; le second étage, composé de six arches, supportait la chaussée. Les piles et les corniches étaient ornées de festons, de têtes-de-bœuf, de caducées. Ce pont fut réparé en 1793; une pile s'écroula en 1857, en entraînant deux arceaux; on l'a réédifié depuis avec des parties métalliques.

Pont d'El-Kantra.

Entre Batna et Biskra, à El-Kantra (*Calceus Herculis*), s'élève un pont bien conservé, composé d'une arche unique de 10 mètres d'ouverture, large de $4^{m},90$, et haut de $14^{m},50$ au-dessus du fond; il fut construit par la IIIe légion Augusta, qui en a marqué toutes les pierres de son sigle; c'est la même infatigable et industrieuse légion qui fonda Lambessa, son

Digitized by Google

enceinte, ses quarante portes, ses monuments et ses voies.

Ce pont, en grand appareil régulier, présente une voûte extradossée parallèlement, avec cette disposition particulière, qu'entre les têtes la douelle présente trois arcs-doubleaux en pierre de taille avec remplissage en moellons dans l'intervalle, à l'exemple de certaines voûtes que nous avons signalées à Rome.

On trouve à El-Kadra (*Oppidum Novum*) un pont romain sur le Chélif, et quelques autres ruines sur le même fleuve.

A Badja, en Tunisie, on voit aussi les ruines d'un ancien pont d'origine romaine.

PONTS EN ASIE.

D'autres contrées, malheureusement moins explorées, comme l'Asie, ne nous ont encore révélé qu'un petit nombre d'ouvrages anciens.

Nous citerons, toutefois, quelques travaux qui montrent la puissance de l'impulsion romaine, partout également active, ne laissant dans l'oubli aucune province de son vaste empire.

Ponts de Cilicie.

Le pont d'Adana, en Cilicie, qui existe encore, fut refait par Justinien; il avait dix-huit arches, portées par d'énormes piles; Procope dit que, pour le construire, on détourna le fleuve Sarus, qu'on refit les piles, puis qu'on rendit le fleuve à son ancien lit.

A Mopsueste, Justinien fit encore réparer un pont de neuf arches sur le Pyrame; cinq de ces arches furent emportées, seulement en 1737, par une crue; les autres sont encore debout.

A Sélefké, on rencontre un pont romain de six arches, assez bien conservé, sauf le parapet, qui a disparu.

Sur un autre point de l'Asie, à Sangaris, subsiste encore un beau pont avec un arc gigantesque porté sur deux culées appuyées contre le rocher.

Digitized by Google

A l'est de l'empire romain, outre le pont de Trajan sur le Danube, que nous avons décrit, on exécuta d'autres grands ouvrages; on a retrouvé en Macédoine, à Clidi, en grande partie ensablé, un beau pont, construit en + 190, qui devait avoir neuf ou dix arches d'ouvertures décroissantes à partir du milieu; sa longueur devait être de 180 à 190 mètres; l'ouverture des arches visibles était en moyenne de $17^m,14$, la largeur du pont entre les têtes de $5^m,73$. Les voûtes étaient soigneusement appareillées en claveaux bien taillés; les pierres mises en œuvre avaient environ $1^m,60$ de longueur par $0^m,60$ de côté.

Les antiquités égyptiennes et assyriennes ne nous ont pas transmis de monuments de cet ordre que nous puissions comparer, en passant, aux grands ouvrages romains ou modernes. Pour trouver surpassés les plus grands travaux d'art édifiés par les peuples de l'Europe ancienne ou contemporaine, il faut aller en Chine voir le nouveau triomphe de la force patiente des masses, qui entassaient ailleurs les pierres des pyramides d'Égypte ou des murs de Thèbes, ou les milliards de briques des palais et de l'enceinte de Ninive ou de Babylone.

C'est en Chine que l'on trouve les rois des viaducs, les deux chemins suspendus de Focheu (Futscheu) et de Loyang (dans la province de Su-Kiang).

Le premier, établi entre Futscheu et le faubourg Naut-hai, a 7,935 mètres de longueur, 49 mètres de hauteur, et $19^m,50$ de largeur au sommet; cent arches en plein cintre de 39 mètres d'ouverture, en grandes pierres de taille blanches, le supportent, appuyées sur des piles de 35 mètres d'épaisseur. Il est orné de balustrades et de piédestaux surmontés de lions chinois.

Le second, peut-être plus merveilleux encore par la disposition de ses travées en plates-bandes, a 8,800 mètres de longueur, trois cents arches ou travées plates de $24^m,36$ d'ouverture, supportées par des piles de $4^m,87$ d'épaisseur (1), avec les parapets et les piédestaux ornés de lions chinois.

---

(1) Les plates-bandes seraient en marbre noirâtre et formées de blocs ayant, d'après les voyageurs, jusqu'à 45 pieds de longueur, 5 de largeur et 5 de hauteur d'assise.

Digitized by Google

Ces ouvrages, contemporains de la grande Muraille de la Chine, laissent bien loin derrière eux les plus grandes folies assyriennes et égyptiennes.

Il nous a paru intéressant de réunir en tableaux les principales données que nous avons pu recueillir sur les ponts et viaducs romains et modernes, pour en rendre plus facile la comparaison générale, en passant par les ouvrages les plus connus du Moyen-Age.

PONTS DU MOYEN-AGE.

Il ne nous reste rien des ponts qui furent construits depuis la chute de l'empire jusqu'au XIIe siècle ; on n'en trouve guère le souvenir que dans quelques capitulaires de Charlemagne ou de Louis le Débonnaire; construits par voie de concession à péage, ils durent être copiés servilement, comme toutes les œuvres de ce temps, sur les modèles romains qu'on possédait encore. Comme on ne savait plus faire que de mauvais mortier, avec des chaux mal cuites, qu'on n'avait ni routes, ni engins, ni ressources, on ne put élever que des créations peu durables, parcimonieusement exécutées, et, parmi elles, beaucoup de ponts en charpente, comme ceux dont Paris dut se contenter jusqu'à la fin du XIIe siècle.

Vers cette époque, des corporations religieuses se formèrent dans le but de venir en aide aux voyageurs; leur sollicitude charitable prit souci de faciliter le passage des rivières par des bacs et des ponts; les Frères hospitaliers pontifes et les Clunistes en France, les Hospitaliers de Saint-Jacques-du-Haut-Pas de Lucques en Italie, les Templiers en Catalogne, les évêques en Angleterre et en Suède, élevèrent les ponts les plus considérables du XIIe au XVe siècle. Ceux-ci ne présentent pas encore de progrès sur les œuvres romaines.

Comme le secret des bétons hydrauliques était alors perdu, que le matériel des chantiers était fort pauvre, les fondations des piles présentaient de grandes difficultés; on diminuait alors le nombre des piles, en tenant les ouvertures fort grandes; pour ne pas surélever outre mesure les chaussées, on faisait des arcs

Digitized by Google

de cercle dont les flèches variaient des 9/20^{m} au 1/4 de l'ouverture; les piles formaient toujours culées; pour conserver le débouché, on élégissait encore les tympans par des arceaux supplémentaires d'un avantage illusoire; le plus généralement, les ouvertures diminuaient à partir de l'arche médiane, et la chaussée présentait encore deux contrepentes plus ou moins fortes; la largeur était toujours fort restreinte, de 4 à 6 mètres entre les têtes, sauf dans les grandes villes; on tâchait de suppléer à ce défaut de largeur en ménageant des évitements sur les piles. Faute d'engins assez puissants, on réduisait les dimensions des blocs mis en œuvre, quelquefois même l'épaisseur des voûtes, parfois à peine suffisante.

Ces ouvrages étaient beaucoup plus massifs et plus lourds que les ponts romains; ils étaient fréquemment embarrassés encore de portes et de tours fortifiées, qui gênaient la circulation.

Les principaux monuments qui nous restent de cette époque, sont les ponts d'Avignon, de Béziers, de la Guillotière à Lyon, et le pont Saint-Esprit.

Le pont Saint-Bénezet, à Avignon, construit par les Frères pontifes, qui firent encore celui de Bonpas, sur la Durance, avait vingt et une arches de 22^{m},50 à 33^{m},80 d'ouverture, en grand arc de cercle; les voûtes étaient formées de quatre anneaux en grand appareil juxtaposés, comme au Pont-du-Gard; les tympans et les piles étaient en moellons smillés; les piles présentaient des éperons très-aigus et une longueur totale de 30 mètres. Les tympans étaient élégis par un arceau de secours; intérieurement, les reins étaient évidés déjà par des voûtes transversales. Ce pont, successivement démoli dans les siéges et par les débâcles, ne conserve plus que quatre arches debout.

Le pont de Béziers présente encore des tympans évidés et de larges empatements des piles, à la manière romaine.

Le pont de la Guillotière, construit sous Innocent IV, compte dix-huit arches en plein cintre, de grandeur croissante des rives vers le milieu; la plus grande a 32 mètres d'ouverture.

Le pont Saint-Esprit, élevé par les Clunistes, a dix-neuf grandes arches d'ouverture, variant de 25 à 33 mètres, en grand arc de cercle, et six petites arches de 8 mètres; comme le pont d'Avignon, il présente en plan une brisure, qui tourne sa con-

Digitized by Google

vexité en chevron contre le courant. Ces trois derniers ponts existent encore.

Avec le XVIe siècle et la Renaissance vinrent des besoins nouveaux : la circulation plus active réclama pour les ponts une largeur de chaussée plus grande et des rampes beaucoup plus douces; pour abaisser le niveau des chaussées, on multiplia les piles et on diminua les ouvertures, quand on conserva le plein cintre, ou bien on prit le parti d'abaisser les clefs, en adoptant l'anse de panier, empruntée à la Renaissance italienne; par une meilleure étude des traditions et des modèles antiques retrouvés en Italie et surtout en Lombardie, on se rapprocha beaucoup des anciennes données romaines, en diminuant toutefois déjà quelque peu les piles et les épaisseurs des voûtes. On donna, pour l'époque, de très-grandes largeurs aux ponts, de 15 à 32 mètres; malheureusement, l'espace utile fut considérablement diminué par l'étrange tolérance qui permettait alors d'encombrer les côtés et les piles de maisons, d'échoppes et de boutiques (1).

C'est le temps de Sully et de Richelieu, où l'on construit la plupart des ponts de Paris, ceux de Toulouse, de Châtellerault, etc.

Vers la fin du XVIIe siècle seulement, La Hire et Vauban viennent rompre avec l'ancienne routine du passé, ses incertitudes et ses hasards : ils reconstituent l'art de la construction sur les bases solides fournies par une analyse plus exacte, des données scientifiques plus larges, et les règles de la statique mieux connues; il en sort un art tout nouveau, qui, fortifié par la méthode expérimentale, discipliné en quelque sorte par la main des Bélidor, des Pitrou, des Péronnet, des Régemorte, des Cessart, des Gauthey, et des ingénieurs du corps des ponts et chaussées, organisé en 1713, va enfanter, dans le cours du XVIIIe siècle, de grandes et belles choses, et préparer la voie si brillamment suivie par notre temps.

---

(1) Les propriétaires de ces maisons sur les ponts creusaient fréquemment des caves dans les tympans et dans les piles, au grand détriment de l'ouvrage.

Digitized by Google

Digitized by Google

ET DES TEMPS MODERNES

	RAPPORT des épaiss. des clés aux ouvertures	RAPPORT des vides aux pleins	RAPPORT des vides aux surf. totales	OBSERVATIONS.	CHARGE MAXIMA par cent. car.
	»	2.08	0.67		20k.640
	0.066	1.48	0.59		5k.000
VIADUCS ANGLAIS DE	0.0815	1.69	0.63		
	»	2.84	0.73		8k.06
	0.042	2.92	0.745		
	0.065	2.63	0.725		7k.00
	0.029	2.64	0.720		
	0.050	1.61	0.620		
	0.050	3.28	0.766		8k.50
	0.046	2.516	0.705		
VIADUCS DIVERS	0.066	1.82	0.64		
	0.066	2.21	0.68		
	»	»	»	2 étages	9k.50
	0.061—0.080	2.25	0.69	4 étages	
	0.068	2.09	0.676		
	»	0.83	0.45	plein cintre } antérs au XVIIIe siècle.	
	»	»	»	plates-bandes }	
	0.0504	2.282	0.695	Charge maxima.	7k.80

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VII

RIVIÈRES ET CANAUX

Les travaux hydrauliques entrepris par les Romains comprirent :

1° Quelques ouvrages de défense des rives, ou d'amélioration de la navigation intérieure;

2° Des canaux de navigation;

3° Des canaux entrepris pour le desséchement de certains marais ou de certains lacs.

Il ne reste presque rien de cette partie de l'œuvre romaine, en dehors de quelques murs de quai; pour tout le reste, il faut recourir aux descriptions, aussi vagues que peu complètes, des historiens contemporains. Plus que tous les autres, ces ouvrages réclament un entretien attentif et incessant, sans lequel le temps, aidé d'un côté par les ensablements et les colmatages naturels, de l'autre par les affouillements, en a bientôt effacé jusqu'au dernier vestige. Comment l'œuvre modeste de l'homme échapperait-elle à cette loi, quand, en quelques années, on peut voir de très-grands bras de nos fleuves se déplacer et disparaître, comblés, ne laissant après eux qu'une trace incertaine?

§ 1. — Navigation intérieure.

Ainsi que nous l'avons fait pressentir, la navigation intérieure fut appelée à rendre de très-grands services au mouvement commercial chez les Romains, le plus souvent à l'exclusion des voies de terre, qui n'offraient que des ressources médiocres à des instruments de transport impuissants. La faiblesse des charges

Digitized by Google

transportables par des véhicules mal construits, sur les fortes rampes des voies romaines, dut tourner de bonne heure le mouvement et l'activité vers les fleuves, ces *chemins qui marchent*, comme les a définis Pascal, et vers la mer. Cette solution se recommandait d'autant plus logiquement que le commerce drainait au profit de Rome, la grande parasite du temps, tous les produits des provinces distribuées autour du bassin méditerranéen, sans rien leur renvoyer en retour ; par une pente naturelle, ces produits gagnaient la mer avec le cours des fleuves, et ensuite Ostie ou Rome même, avec un peu de vent favorable. L'Italie, la Gaule, l'Espagne, l'Égypte étaient admirablement desservies dans ce sens par leur système hydraulique naturel.

Sur bien des points, la circulation, que l'on ne savait pas ménager et assurer artificiellement comme de nos jours, devait être fort irrégulière ; les chômages devaient être fréquents sur les cours d'eau *torrentiels*, comme ceux qui descendent des Apennins et se dessèchent presque complétement en été ; mais on n'avait pas encore appris à connaître le prix du temps, et les transporteurs, comme les voyageurs, à cette époque, prenaient, par suite d'une grande habitude, philosophiquement leur parti des retards.

Par contre, la navigation fluviale, exigeant alors moins de tirant d'eau que de nos jours, trouvait sur les cours d'eau *tranquilles* un volume d'eau suffisant, plus régulier que de notre temps, où le déboisement des montagnes et la culture des plaines et des coteaux modifient le régime tous les jours.

Sur un sol boisé, tapissé d'herbes ou de feuilles, il n'y a pas d'évaporation ; les eaux pénètrent dans le sol, n'arrivent que lentement, et dans un état de limpidité dû à une filtration véritable, aux cours d'eau, qu'elles alimentent régulièrement par cette réserve naturelle. Sur un sol dénudé, cultivé, mais raffermi par le tassement des pluies, le roulage, etc., l'eau ne pénètre pas, coule à la surface, qu'elle ravine, arrive rapidement dans les rivières, fortement chargée de matières étrangères et de limons, et disparaît presque aussitôt.

C'est ainsi que la Seine, au témoignage de l'empereur Julien, conservait autrefois des eaux limpides à une hauteur à peu près constante, tandis qu'elle roule aujourd'hui des eaux souvent fort

Digitized by Google

troubles, et éprouve des crues de 6 à 8 mètres. Nous aurons l'occasion de surprendre, d'une époque à l'autre, un changement de même nature dans le régime de l'Aude.

Et inversement, comme le signale M. Surell dans son *Etude sur les torrents des Alpes*, le reboisement a pu transformer souvent les cours d'eau torrentiels en cours d'eau tranquilles.

Nous sommes en droit de supposer que le régime des eaux était plus régulier à l'époque romaine, où les cimes et les coteaux étaient boisés, et les plaines, sauf aux environs de Rome, plus incultes ; la surface des bassins ne livrait pas non plus alors aux rivières et aux crues les masses énormes de sables et de limons qui forment ces bancs, ces hauts-fonds, ces atterrissements contre lesquels nous luttons avec tant de peine, et qui, depuis les derniers siècles, ont si profondément modifié et compromis la situation de quelques-unes de nos grandes voies navigables.

Dans ces conditions, sans barrages ni écluses, sans resserrements ni canalisation, les Romains purent utiliser la plupart des fleuves et des rivières à l'état sauvage, et en tirer un excellent parti. Ces voies déterminèrent les grands courants de la circulation commerciale ; les routes de terre vinrent à leur aide pour relier les bassins entre eux ; on en créa même latéralement aux grands fleuves, non point dans une pensée de concurrence, besoin tout moderne, mais dans le but de les suppléer en cas de chômage, ou de les doubler pour les remontes, quand le courant était trop rapide.

Réseau navigable de l'Italie.

Exploité par des bateaux d'un faible tonnage, s'accommodant d'un très-médiocre tirant d'eau, le réseau navigable ancien rendit sur tous les points de l'empire romain d'immenses services. En Italie surtout, il fut appelé à desservir ces nombreuses vallées transversales que les voies romaines et leurs embranchements laissaient trop souvent de côté ; en ne prenant que les principaux cours d'eau, on trouve facilement un développement de plus de 4,500 kilomètres, qui ajoutaient un appoint précieux au système de circulation de la péninsule.

Traversant les plaines fertiles de la Gaule cisalpine, le Pô

Digitized by Google

(*Padus* ou *Eridanus*) présentait une longue ligne navigable de 480 kilomètres, de Turin à l'Adriatique, desservie par de nombreux affluents, dont trente au moins étaient alors navigables, comme le Tanaro (*Tanarus*), la Trebbia (*Trebia*), le Reno (*Rhenus*), le Tessin (*Ticinus*) sur 120 kilomètres, l'Adda (*Addua*) sur 180, l'Oglio (*Ollius*) sur 150, la Sarca, le Mincio (*Mincius*) sur 130, l'Adige (*Athesis*) sur 400 kilomètres. Le Bacchiglione (*Medoacus major*) sur 98, la Brenta (*Medoacus minor*) sur 178, la Piave (*Plavis*) sur 222, le Tagliamento (*Tilaventum*) sur 53, l'Isonzo (*Sontius*) sur 89, le Timavo (*Timavus*), l'Arsa (*Arsia*) sur 11 kilomètres, complétaient, au nord du Pô, un premier réseau de 2,500 kilomètres, traversant les plus riches plaines de l'empire.

Sur le versant oriental des Apennins coulent le Pisatello (*Rubico*), la Foglia (*Pisaurus*), le Metauro (*Metaurus*), l'Esino, (*Æsis*), le Fronto (*Frontus*, 89 kil.), la Pescara (*Aternus*, 133 kil.), la Sangro (*Sangrus*, 133 kil.), le Tiferno (*Tifernus*, 93 kil.), le Fortore (*Fronto*, 129 kil.) et l'Ofanto (*Aufidus*, 183 kil.), ajoutant près de 1,000 kilomètres au système navigable italien.

A l'ouest des Apennins, le versant de la mer *Tyrrhénienne* (*Tyrrhenum* ou *Inferum mare*) était traversé par la Magra (*Macra*, 58 kil.), l'Arno (*Arnus*, 244 kil.), le Tibre (*Tiberis*, 356 kil.) avec ses quarante-deux affluents, dont les principaux sont la Chiana (*Clanis*), la Néra (*Nar*) et le Teverone (*Anio*); on trouvait encore le Garigliano (*Liris*, 111 kil.), le Volturno (*Vulturnus*, 133 kil.), le Sele (*Silarus*) et le Lao (*Laüs*), qui formaient sur ce versant un autre réseau d'un développement total de plus de 1,000 kilomètres. Ces cours d'eau, descendant de l'Apennin, avaient le service capricieux et intermittent des rivières torrentielles; mais, tels quels, ils furent largement utilisés par la navigation romaine, beaucoup moins exigeante que celle de notre temps.

Les produits agricoles des Gaules trans et cispadane, les bois des Alpes Rhétiques et Pennines s'acheminaient par les affluents et le Pô jusqu'à Ravenne; de là, par mer, ils gagnaient Pesaro ou Fano, remontaient alors la Foglia ou le Metauro aussi haut que possible, franchissaient les Apennins

Digitized by Google

par le col de Furlo et la voie Flaminienne, et se rembarquaient à *Trusiamnum,* entre Borgo-San-Sepulcro et Citta-di-Castello, ou bien à Todi ou Pérugia, pour descendre par le Tibre jusqu'à Rome.

Les marchandises qui débouchaient dans l'Adriatique (*mer Supérieure*) venant de la Vénétie ou de l'Illyrie, suivaient le même chemin pour gagner Rome.

Les pierres, les marbres, les sapins des versants occidentaux gagnaient la mer de Toscane (*Inferum mare*), et de là Ostie; c'est par là qu'accédaient à Rome les produits de la Toscane (*Étrurie*), de l'Ombrie, de la Campagne de Rome (*Latium*), de la Terre de Labour (*Campanie*).

Navigation et régime du Tibre.

Le Tibre joua donc un rôle très-important dans l'approvisionnement de Rome; pour en améliorer la navigation, on fit disparaître en amont et en aval un certain nombre de barres naturelles et de hauts-fonds; on s'occupa aussi de quelques-uns de ses affluents, comme la Tinia (*Clitumne*), la Néra, la Chiana et le Teverone.

D'après Denys d'Halicarnasse, Tite-Live, les deux Pline, Strabon et Tacite, le Tibre était flottable depuis Todi, et navigable à partir de Pérugia. Ses affluents, le Clitumne, la Néra et le Topino, pouvaient porter des barques; on améliora le cours de trois autres.

Ces rivières et le Tibre charriaient dans les crues d'énormes quantités de graviers et de limons, qui donnent encore aux embouchures un avancement moyen de $3^{m},09$ par an, d'après les observations de M. Rozet. Ces crues étaient très-fréquentes : Tite-Live dit qu'il y en eut jusqu'à douze dans la seule année —189; les crues de 7 à 8 mètres étaient les plus ordinaires, mais l'eau montait parfois jusqu'à 12,14 mètres et même au-dessus; le régime du Tibre et son étiage ne paraissent pas s'être très-sensiblement modifiés depuis la période romaine; on a constaté, le 29 décembre 1870, à l'échelle de la Ripetta, une crue de $17^{m},22$; on peut juger de quels dangers étaient perpétuellement menacés Rome et les quartiers bas de la ville, qu'une crue de 6 à 7 mètres suffisait à

Digitized by Google

submerger ; on peut s'expliquer mieux les ruines si fréquentes des ponts sous l'action de pareils coups d'eau.

Pour améliorer cette situation, Auguste fit curer et creuser le lit du fleuve, le débarrassa des décombres qui l'obstruaient, accumulés par les crues et la chute des ponts ; il essaya de défendre la ville contre l'invasion des eaux en prolongeant les murs de quai commencés aux abords de la *Cloaca Maxima ;* malheureusement on ne les fit que du pont Æmilius au pont Sublicius ; on ne les continua que beaucoup plus tard en amont ; ce travail n'est même pas encore complet de nos jours, et les quartiers du Transtevère et de la place Navone sont encore sous les eaux aux grandes crues du fleuve.

Pour prévenir les désastres causés par ces inondations, faute de moyens plus immédiatement efficaces, Auguste proscrivit des constructions urbaines l'emploi des briques crues, qui, se ramollissant et se délayant dans l'eau, causaient des ruines sans nombre. Pour assainir les quartiers inondés et assurer aux eaux un écoulement rapide, Auguste développa d'autre part dans une proportion considérable le système des égouts.

En même temps que le prolongement des quais verticaux, on construisit, vers le pont Fabricius, au pied du Mont Aventin, des quais de débarquement pour les arrivages d'Ostie ou du haut Tibre et des entrepôts (*emporia*), communiquant avec le fleuve par de larges escaliers, constructions dont on retrouve encore quelques restes.

Entre Orte et Rome, la profondeur du fleuve varie aujourd'hui de $2^m,53$ à $7^m,15$, pour des largeurs variant de 160 à 55 mètres ; en aval de l'Anio, la largeur moyenne est d'environ 85 mètres, avec une profondeur moyenne de $2^m,90$, représentant un débouché moyen de 240 mètres carrés.

La navigation maritime s'étendait de Rome à Capo-due-Rami, où commençait le canal artificiel qui fut creusé par Claude et achevé par Trajan, quand la navigation sur la branche naturelle fut rendue presque impossible par les atterrissements.

Nous parlerons de cet ouvrage à l'occasion des canaux de navigation et des phénomènes d'atterrissement qui se produisent aux bouches des fleuves.

Digitized by Google

On mettait de quatre à six heures pour descendre de Rome à la mer; on remontait en deux jours; la distance de Rome à Capo-due-Rami, origine du canal de dérivation, était d'environ 30 kilomètres, et la longueur du canal pouvait être à l'origine de 3,000 mètres.

Le service de la surveillance et de l'entretien du lit et des rives du Tibre était confié à un ordre de fonctionnaires dont les inscriptions funéraires nous ont révélé les noms : *curatores alvei Tiberis et riparum*, *Ostiarius Tiberis;* sur les rivages, on avait les *custodes littorum*.

Sur les autres rivières d'Italie, les travaux d'amélioration furent beaucoup plus rares; Domitien rétablit cependant la navigation du Volturno, entre Capoue et Isernia.

L'Arno fut canalisé dans sa partie inférieure par les Étrusques, qui enlevèrent des roches pour agrandir le débouché, faciliter les passages et diminuer les remous et gonflements en amont dans les crues.

Voies navigables de la Gaule.

Strabon admirait beaucoup la situation merveilleuse de la Gaule, desservie par un réseau de fleuves et de rivières navigables qui parcouraient tout son territoire, et n'étaient séparés les uns des autres que par de courts trajets par terre. On ne manqua pas d'utiliser habilement ces avantages naturels; de grandes places de commerce ou d'entrepôt vinrent s'établir partout aux confluents des rivières et aux embouchures des fleuves.

L'artère principale fut le Rhône. « On peut remonter le « Rhône, dit Strabon, bien haut avec de grosses cargaisons « qu'on transporte aux divers endroits du pays, par le moyen « d'autres rivières navigables qu'il reçoit et qui peuvent égale- « ment porter des bateaux lourdement chargés. Ces bateaux « passent du Rhône sur la Saône, et ensuite sur le Doubs, qui « se décharge dans cette dernière; de là, les marchandises sont « transportées par terre jusqu'à la Seine, qui les porte à l'Océan

Digitized by Google

« par son embouchure, éloignée de l'Angleterre de moins d'une « journée. »

De la Saône et du Doubs, on gagnait non moins facilement la Loire, le Rhin et la Moselle. Toutefois, à cause de la rapidité du Rhône, à la remonte, les marchandises à destination du pays des Arvernes ou de la Loire empruntaient plus volontiers la voie de terre, pour aller s'embarquer sur la Loire, qui offrait une navigation commode.

Sur cette ligne et ses embranchements, on trouvait comme places importantes Arles, Lyon, qui fut la ville la plus commerçante des Gaules après Narbonne, Châlon, puis à l'est Besançon, Strasbourg, Mayence, Trèves, et à l'ouest Nantes, Lillebonne, Rouen.

Narbonne fut le port le plus important des Gaules, enrichi surtout par le commerce des métaux, dont on lui donna l'entrepôt au détriment de Marseille ; de Narbonne, on remontait l'Aude (*Atax*) jusqu'à une petite distance ; on avait ensuite, pour gagner la Garonne, à faire par terre un long trajet que Strabon évalue à 7 ou 800 stades (environ 130 kilomètres) ; cette ligne était très-fréquentée ; elle communiquait avec les places importantes de Bordeaux (*Burdigala*) et *Corbilon* (Couesron?), avec les pays des *Petrocorii* (Périgord), qui forgeaient le fer, des *Cadurci* (Lot), qui cultivaient le lin et fabriquaient de belles étoffes, des *Ruteni* (Aveyron) et des *Gabali* (Lozère), riches en mines de plomb et d'argent.

On s'embarquait pour l'île de Bretagne aux embouchures du Rhin, de la Seine, de la Loire et même de la Garonne. De l'embouchure de la Seine, en partant avec le reflux, dit César, on arrivait le lendemain.

Les Vénètes (pays de Vannes) étaient en possession du commerce avec l'île de Bretagne, tout comme les Marseillais avaient concentré entre leurs mains le commerce des côtes méditerranéennes de la Gaule et de l'Espagne. Les Vénètes étaient de hardis navigateurs, dont on connaissait partout les solides navires en chêne calfaté, avec leurs voiles de peaux cousues, retenues par des chaînes de fer.

On exportait de la Gaule du blé, du bétail, de l'or, de l'argent, du plomb, du fer, des cuirs, des vêtements, etc.

Digitized by Google

Presque tout le mouvement commercial empruntait le réseau des voies navigables, qui ne dut pas avoir un développement moindre que de nos jours, parce que le régime était probablement plus régulier et que le tirant d'eau nécessaire était moindre ; on peut penser que la longueur actuelle de 7,800 kilomètres de nos cours d'eau navigables, augmentée peut-être encore d'une partie des 3,200 kilomètres flottables, s'ajoutait aux 22,500 kilomètres de voies de terre que nous avons déjà reconnus, pour constituer un système de circulation d'une très-grande importance.

L'État entretenait lui-même des flottes militaires sur les grandes voies navigables : sur le Rhône à Arles, sur la Saône à Châlon, sur la Seine et sur le Rhin ; elles avaient sans doute pour mission de surveiller le pays et les rivières, d'aider les troupes dans leurs mouvements, de faire les transports officiels : ce fait dénote bien l'importance qu'avaient acquise les voies navigables.

On conçoit qu'il nous reste fort peu de traces des travaux qui purent être entrepris alors pour l'amélioration du cours des rivières ou la défense des rives. On trouve cependant, sur les reliefs de la colonne Trajane, la représentation de digues faites en pierres brutes au confluent de deux rivières (1).

On cite encore l'ouvrage qu'entreprit Agrippa pour améliorer un passage sur la Saône, à Rochetaillée, en amont de Lyon : il fit enlever une saillie de rocher qui barrait la rivière et gênait la navigation, d'où viendrait le nom gardé par cette localité.

Ailleurs, à Lyon, à Vienne, à Arles, à Roanne, à Javols (capitale des *Gabali*, dans la Lozère), on a retrouvé des murs de quai de construction romaine ; ces murs servaient généralement, comme nous l'avons vu à Rome, de murs en retour d'équerre aux culées des ponts, ou de murs de tête aux débouchés des

(1) Les Anciens employèrent les épis, non point pour défendre les rives ou améliorer un chenal, mais pour faire refluer les eaux et relever le niveau d'amont. Sur le Nil, on retrouve des restes d'épis opposés, revêtus de grands perrés cyclopéens, resserrant le lit et destinés à étendre dans les biefs supérieurs le périmètre d'inondation.

Digitized by Google

égouts, pour les protéger contre les déracinements ou les affouillements provoqués par les remous et les tourbillons.

A Vaison (Vaucluse), sur l'Ouvèze, subsiste encore, en aval du pont, un pan de mur de quai de près de 300 mètres de longueur, percé de dix ou douze bouches d'égouts, parmi lesquels celui des Dominicains a 2 mètres de hauteur sous clef, et $1^m,50$ de largeur entre les pieds-droits.

Dans nos possessions algériennes, on a rencontré des murs en béton à Lambessa et à El-Kadra (*Oppidum Novum*), sur le Chélif.

Voies navigables de l'Espagne.

L'Espagne ne fut pas moins bien servie par ses voies navigables ; elles étaient, il est vrai, isolées les unes des autres par des chaînes élevées et ne pouvaient être facilement reliées intérieurement, comme celles de la Gaule, au travers de cols assez bas ; mais elles se rejoignaient par le littoral et le détroit de Gibraltar (Colonnes d'Hercule), et par là communiquaient toutes assez facilement avec Ostie et Rome.

Au dire de Strabon, les voies navigables les plus fréquentées furent :

Le Guadalquivir (*Bœtis*), qui portait les gros navires jusqu'à Séville, les navires plus petits jusqu'à *Ilipsa*, les bateaux de rivière jusqu'à Cordoue, et ne cessait d'être navigable qu'à Castalon ; c'est par ce fleuve que les produits des mines d'argent d'Ilipsa et de Sisapon, le plomb de Castalon, l'or et le cuivre des Cotines arrivaient à Cadix, et de là gagnaient Rome par les Colonnes d'Hercule.

Par le Guadalquivir et le Guadiana (*Anas*), la Turditanie expédiait à Ostie et à Pouzzoles les vermillons, le bois, le sel gemme, les laines, en chargeant, dit Strabon, d'aussi gros vaisseaux que ceux employés au transport des blés d'Egypte.

Le Tage (*Tagus*) était navigable très-haut pour de très-gros navires ; il servait à l'exportation de l'étain et du plomb de Lusitanie.

Le Douro (*Durius*) se remontait jusqu'à 800 stades (environ 150 kilomètres).

Sur le versant de la Méditerranée, on trouvait l'Ebre, avec

Digitized by Google

Tarragone pour port d'exportation ; les autres ports importants furent Carthagène (*Carthago Nova*), Ampurias (*Emporium*), Malaga ; cette côte envoyait à Rome l'argent et le plomb des mines de Carthagène, les fers de Deïna (*Dianum*), les toiles de lin, les spartes et les joncs de Sagonte (Murviedro).

Voies navigables de la Pannonie et de la Mœsie.

Le Danube (*Danubius*) et ses affluents, la Lys (*Lycus*), l'Enns (*Œnus*), la Drave (*Dravus*), la Save (*Savus*), la Theiss (*Tibiscus*), présentèrent un réseau fort important, accessible par l'Hellespont et le Pont-Euxin.

Pour les marchandises peu encombrantes, il s'établit, entre Rome et cette région du Danube, une communication plus courte par Aquilée, qui fut comme Venise, plus tard, un entrepôt commercial fort important ; là se rendaient déjà les bestiaux et les pelleteries de l'Illyrie ; par le Natisone (*Natisco*), on arrivait de la mer à Aquilée ; de là, les marchandises étaient transportées par terre jusqu'à *Nauportus* (Haut-Laybach), à 400 stades de distance (environ 66 kilomètres) ; elles étaient embarquées ensuite sur la Laybach, et par la Save elles gagnaient le Danube et la Pannonie.

Les voies navigables ne furent pas seulement empruntées pour les transports que nous appellerions aujourd'hui *à petite vitesse ;* elles servirent aussi pour les *courses rapides*. Julien l'Apostat parcourut ainsi tout le Danube sur un de ces bateaux de course qu'on appelait *naves fugaces* ou *cursoriæ*.

Corporations de bateliers.

Sur tous les cours d'eau, le service des transports était aux mains de puissantes corporations de bateliers (*nautæ*) ; les monuments funéraires, élevés par les corporations à leurs patrons et à leurs membres, nous ont transmis les noms d'un grand nombre d'entre elles : il y en avait sur le Tibre, le Pô, le Rhône, la Durance, la Saône, la Seine, etc. (*nautæ rhodanici, druentici, ararici*, etc.).

Digitized by Google

Ces corporations furent extrêmement riches et puissantes; celles du Rhône et de la Saône se fondirent ensemble et formèrent une association à laquelle une inscription donne le nom de *splendidissimum corpus nautarum rhodanicorum et araricorum.*

Ces corporations n'étaient pas composées d'ouvriers mariniers, comme le fait observer M. Allmer, mais d'entrepreneurs puissants, dirigeant de grandes exploitations. Ils avaient le monopole de tous les transports fluviaux, des bords de la Méditerranée à l'intérieur de la Gaule, par le Rhône, *la plus riche voie de commerce du monde romain*, comme l'appelait Ausone, tout comme les Marseillais s'étaient arrogé une sorte de monopole des transports maritimes sur la côte septentrionale de la Méditerranée.

Ces corporations de *nautæ* constituaient des sociétés très-riches et très-puissantes, pourvues d'un matériel et d'un outillage considérables, et faisant un commerce comparable plutôt à celui d'armateur qu'à celui de commissionnaire; à cette époque où les moyens de correspondance, la lettre de change n'existaient pas, les opérations commerciales ne pouvaient se traiter que verbalement et directement, et le transporteur était forcément un négociant.

Comme toutes les corporations reconnues, celles des *nautes* avaient leurs patrons, leurs curateurs, des propriétés, des caisses communes; elles tenaient des réunions, et les décisions rendues à la suite de leurs délibérations s'appelaient des *décrets.*

Nous rappellerons que les corporations se multiplièrent beaucoup dans les provinces, où elles jouirent de tous les avantages des corporations de Rome, sans en avoir les servitudes.

Le Moyen-Age s'empara de ces institutions comme de tant d'autres choses; la corporation des bateliers, qui conservèrent jusqu'à leur ancien nom de *nautes*, retrouva son ancienne splendeur et la même influence, à tel point que les *nautes* de la Seine eurent jusqu'aux derniers siècles le privilége de fournir, en la personne de leur syndic, le chef de la ville de Paris, le prévôt des marchands.

Digitized by Google

§ 2. — Canaux de navigation.

Les Assyriens et les Egyptiens furent les premiers à établir des canaux et à les utiliser comme voies de communication; la plupart de ces canaux servirent à une double fin, en Egypte, par exemple, à amener sur les terres les eaux fécondantes du Nil et à exporter les produits; le plus important de ces ouvrages fut le canal de l'isthme de Suez, dont nous aurons à reparler.

Dans l'Assyrie, un réseau fort important de canaux reliait l'Euphrate au Tigre; ils servaient à l'irrigation des terres, à la navigation; de plus, ils évacuaient, de l'Euphrate dans le Tigre, l'excédant des crues qui menaçaient Babylone; on retrouve encore deux de ces anciens émissaires babyloniens dans le voisinage de Babylone et de Bagdad; l'un d'eux, à 35° de latitude et 30 kil. au nord de Babylone, est l'ancienne *Fossa Semiramidis* de Pline et des géographes grecs; les Arabes, à cet exemple, en ont construit plus tard trois ou quatre autres.

Les Romains prirent directement aux Egyptiens ou aux Assyriens l'idée de ces travaux, ou l'empruntèrent par l'intermédiaire des Etrusques, qui en exécutèrent de très-bonne heure autour d'eux.

Ils creusèrent les canaux de navigation :

1° Pour relier entre elles les rivières de deux bassins différents, en évitant les transbordements par terre, à la façon de nos *canaux à point de partage;*

2° Pour tourner des passages difficiles ou des embouchures impraticables, à la façon des *canaux latéraux.*

Leurs canaux eurent sans doute une petite largeur et un faible tirant d'eau, car les barques du temps ne semblent pas avoir eu des largeurs de plus de 5 mètres. Pour retenir les eaux dans ces canaux et les laisser échapper ou permettre le passage, ils connurent les portes de pertuis, qui furent inventées par Osiris, suivant Diodore de Sicile, et furent appliquées par le deuxième Ptolémée au débouché du canal de Suez dans la mer Rouge, ce que Strabon définissait en disant: « Il fit l'*euripe fermée.* » Nous en trouvons encore d'autres exemples : les villes

Digitized by Google

de Bologne, Modène et Padoue se mirent en communication avec le Pô, par des canaux s'alimentant aux rivières voisines, le Reno, la Secchia ou le Panaro et le Bacchiglione; les anciens auteurs se bornent à nous dire que ces canaux accédaient au fleuve par des *valvas fluvii emissoria*, qui semblent désigner des portes, des vannes ou des sortes d'aiguilles commandant des pertuis; le passage devait s'opérer par des lâchures.

Ils ne craignaient pas d'aborder des problèmes assez difficiles et disposaient, pour les résoudre, de ressources plus grandes qu'on ne les suppose généralement. Nous trouvons, dans les lettres de Pline le Jeune à Trajan, le projet d'un canal navigable joignant à la Propontide un lac voisin de Nicomédie (act. Ismid), probablement le lac d'Armacha, qui communique avec le fleuve Sangarius (act. Sakaria), coulant dans le bassin de la mer Noire : il déclare qu'on n'a pas encore fait les nivellements, mais qu'on pourra toujours amener le canal jusqu'à la rive, en transbordant par-dessus un batardeau naturel ou barrage final, ou bien qu'on pourra diminuer la vitesse des eaux (et racheter la hauteur) par des chutes, *cataractis cursum aquæ temperare*.

CANAUX A POINT DE PARTAGE.

De leurs canaux à point de partage, il ne nous reste pas de traces visibles, et les indications trop vagues des anciens auteurs ne nous permettent pas de les indiquer avec une grande précision.

Canal du lac Averne.

Néron entreprit une œuvre gigantesque, l'établissement d'un canal de navigation du lac Averne au Tibre, ou du golfe de Pouzzoles à Rome, pour relier Rome avec un second port d'arrivage et d'approvisionnement.

Le port d'Ostie étant devenu insuffisant, on voulut mettre Pouzzoles, le second port de l'empire, en communication directe avec le Tibre et Rome, sans transbordement, autrement que par la mer; un canal devait traverser toutes les petites vallées qui s'étendent entre la baie de Pouzzoles et le Tibre, sur 160 milles ou environ 220 kilomètres de longueur; il devait rencontrer

Digitized by Google

des difficultés considérables pour doubler tous les caps de cette côte accidentée. On a souvent rêvé sur un autre point une solution pareille, pour Marseille et le Rhône, mais ce problème, toujours à l'étude, se heurte aux mêmes obstacles que le projet de Néron, aux escarpements de caps et d'une côte abrupts.

Le projet romain fut abandonné après un commencement d'exécution ; tous les prisonniers de l'empire concoururent à ce travail ; on les amena des contrées les plus éloignées, et les tribunaux, pour assurer le recrutement des chantiers, condamnèrent, dit Suétone, tous les criminels à la peine des travaux publics.

Ce canal, latéral à la mer, n'était pas absolument indispensable ; c'est pourquoi on se décida plus facilement à renoncer à son exécution, en se résolvant à agrandir le port d'Ostie, ce qui fut exécuté par Trajan, trente ans plus tard.

Comme on l'avait fait déjà en reliant le fond de la baie de Misène à la *Mare Morto* (pl. VI), le lac Averne avait été réuni par un canal au lac ou port Lucrin, qui s'ouvrait au fond de la baie de Pouzzoles (*Crater* ou *Baianus sinus*) ; Agrippa, en exécutant ce travail, avait voulu en faire un bassin intérieur très-abrité, doublant, pour la flotte militaire, le port de Misène, peu sûr par certains vents. Ce lac occupait entre Baïes et Pouzzoles le fond d'un ancien cratère, comme les lacs d'Albano, de Némi, etc., aux environs de Rome. Le canal d'Agrippa fut exécuté par vingt mille esclaves. On inaugura le nouveau bassin en y donnant le simulacre de la bataille d'Actium.

Depuis, le lac Lucrin a été comblé partiellement par l'éboulement du mont Nuovo ; ce n'est plus qu'un étang marécageux.

En Gaule et en Germanie, on entreprit encore ou projeta de grands travaux pour la jonction des bassins et des fleuves entre eux.

Canal du Rhin à la Meuse.

Strabon et Tite-Live signalent le canal exécuté par Corbulon pour relier le Rhin à la Meuse, probablement dans les plaines qui s'étendent vers Düsseldorf ou Crefeld : ce canal avait 23 milles,

Digitized by Google

ou environ 32 kilomètres de longueur ; c'est seulement vers Düsseldorf que les deux fleuves se rapprochent à une aussi courte distance : c'est l'emplacement qui a été choisi pour le canal du Nord actuel, de Düsseldorf à Venlo.

Canal de la Saône à la Moselle.

Les avantages d'une communication directe et continue entre le Rhône et le Rhin, entre la Méditerranée et l'Océan, avaient touché et séduit les Romains, qui tentèrent de résoudre ce problème, en reliant la Saône à la Moselle. Ils voulaient épargner au commerce des transbordements coûteux, et à leurs flottes le long détour par les Colonnes d'Hercule. Strabon indiquait la possibilité et la nécessité de cette jonction, et l'exécution en fut tentée, ou tout au moins projetée, sous le règne de Néron : ce fut Lucius Vetus qui l'essaya avec ses légions. Tacite indique très-nettement cette tentative et les conséquences qu'elle devait avoir : « *Lucius Vetus Mosellam atque Ararim, facta « inter utrumque fossa, connectere parabat, ut copiæ per « mare, dein Rhodano et Arare subvectæ, per eam fossam, « mox fluvio Mosella in Rhenum, exin Oceanum decurre- « rent, sublatisque itinerum difficultatibus, navigabilia « inter se occidentis septentrionisque littora fierent.* »

Tacite ajoute que des considérations politiques, peut-être l'insurrection générale de la Grande-Bretagne, vinrent suspendre l'exécution de cet ouvrage.

On ne connaît pas exactement les moyens qu'ils comptaient employer pour franchir les lignes de faîte et passer ainsi d'un bassin dans l'autre ; nous sommes réduits sur ce point aux conjectures : s'ils ne connurent pas les écluses, qui ne furent inventées qu'au XVe siècle, ils surent employer, comme nous l'avons dit, des portes fermant des pertuis pour retenir les eaux et améliorer la navigation, ou des barrages maintenant un niveau déterminé dans un lit tranquille. Ils surent, comme les Assyriens l'avaient fait pour l'Euphrate, et les Egyptiens pour le Nil, ainsi que nous le verrons par le canal de Terni, profiter des différences de niveau entre deux rivières voisines pour rejeter les eaux de l'une dans l'autre ou d'un bassin dans l'autre ; par ce double moyen, sans

Digitized by Google

être fixés sur le point de passage et les affluents choisis, nous pouvons penser qu'ils espéraient, à l'aide de grandes tranchées, mettre en communication les deux rivières, et se débarrasser des soucis de l'alimentation en dérivant l'une des rivières dans le canal, naturellement ou en la barrant, et en commandant l'extrémité de la dérivation par un barrage et un pertuis d'entrée dans l'autre rivière, ou même par une série de retenues formant une suite de biefs étagés, comme on a essayé de le faire sur l'Yonne en 1840, avec des barrages à fermettes mobiles de M. Poirée, établis de distance en distance, sans écluses à sas.

Canal de Terni.

Près de Terni, à Papignano, ou rencontre une cascade, appelée aujourd'hui *cascate delle Marmore*, qui a été créée artificiellement par les Romains : c'est une sorte de déversoir qui termine un canal de dérivation et de décharge du Velino (*Velinus*) ; pour mettre un terme aux inondations qui désolaient la vallée supérieure, on résolut, vers —300, d'ouvrir à la rivière trop resserrée un nouveau débouché et de la rejeter dans la vallée voisine de la Néra par cette chute artificielle de 370 mètres.

Comme canal à point de partage, nous aurions encore à signaler l'ancien canal de Suez, qui joignait le Nil à la mer Rouge, de Bubastis à Sérapeum ; mais nous réunirons cette étude à celle des canaux de l'Egypte.

Percement de l'isthme de Corinthe.

Nous parlerons toutefois d'un canal projeté pour réunir deux versants ou deux bassins maritimes par le percement de l'isthme de Corinthe (1).

Cette solution, qui devait faire communiquer directement

---

(1) Xerxès avait essayé de faire percer, sans grande utilité, le mont Athos, en Grèce, par un canal de 1,200 mètres de longueur, avec le concours de son armée et des populations vaincues.

Digitized by Google

la mer Ionienne et la mer Egée, et supprimer le contour du Péloponèse, préoccupa vivement les Grecs, et les Romains après eux; L'intérêt qu'offrait l'ouverture de l'isthme grec était plus vif que de nos jours : cette question avait alors l'importance qu'a prise de notre temps celle de l'isthme de Suez : la sujétion était grande pour la marine ancienne, condamnée, plus que la nôtre, à suivre en louvoyant les contours de cette côte déchiquetée ; de plus, les Anciens nous ont laissé des peintures effrayantes des dangers qui attendaient les marins au passage du cap Malée (*Malia* ou Saint-Ange), où l'on rencontrait toujours des vents contraires ; les anciens navigateurs comptaient comme de véritables exploits les passages de ce cap. Pline le Jeune se félicite auprès de Trajan d'avoir pu ὑπὲρ Μαλέαν *navigare,* et les proverbes du temps en faisaient l'émule de Charybde. Pour se soustraire à ces terribles hasards, les marins préféraient passer par Corinthe, en transbordant d'un côté de l'isthme à l'autre, malgré les difficultés, les ennuis, les frais et les retards qu'entraînait cette opération.

Corinthe, à cheval sur la langue de terre qui sépare le golfe de Corinthe du golfe d'Egine, avait deux ports : l'un, *Lechæum*, du côté de l'Italie, à 3 kilomètres de la ville ; l'autre, vers la mer Egée, *Cenchriæ*, à 10 kilomètres : on avait établi des droits de passage sur les marchandises qui, par terre, franchissaient l'isthme.

Périandre, six cents ans environ avant notre ère, avait essayé de couper l'isthme ; ce projet fut repris par Démétrius Poliorcète (—300), qui s'arrêta après les premiers travaux, frappé, dit Strabon, de la crainte singulière que la mer ne fût plus haute dans le golfe de Corinthe qu'à Cenchrées ; c'est l'erreur que l'on retrouvera plus tard à Suez, et qu'on est plus étonné de rencontrer pour l'isthme de Corinthe. Alexandre tenta vainement de reprendre cette œuvre ; après eux encore, sous la domination romaine, ce projet fut abordé de nouveau par J. César, Caligula et Néron, au dire de Pline, et toutes les fois on recula devant les difficultés de l'entreprise, considérables pour le temps, si faiblement armé pour l'attaque du rocher. Le travail rencontrait alors de graves obstacles dans les deux régions de l'isthme : la partie la plus rétrécie, à l'ouest, est constituée par une roche calcaire, coquil-

Digitized by Google

lière, pliocène, peu solidement agrégée, que nous attaquerions facilement à la poudre, mais qui offrait plus de résistance aux efforts des ouvriers anciens. La partie orientale est constituée par des bancs calcaires, des poudingues, traversés par des dolomies et des serpentines, plus difficilement attaquables encore.

C'est de nos jours seulement que cet antique problème verra sa solution : on va percer l'isthme sur sa moindre largeur, qui ne dépasse pas 5 kilomètres, en utilisant sans doute les anciens travaux de Néron ; on se propose d'ouvrir un canal de 8 mètres de profondeur et de 12 mètres de largeur au plafond, avec un bassin de garage au milieu du parcours ; ce travail doit être terminé avant 1880. Ce débouché, qui ne réduira pas le trajet de l'archipel dans la Méditerranée de plus de 150 kilomètres, présente moins d'intérêt aujourd'hui ; la navigation n'y trouvera peut-être que l'avantage de sortir plus tôt de parages dangereux, de l'archipel des Cyclades et des caps du Péloponèse.

CANAUX LATÉRAUX.

Nous avons cité déjà les canaux qui furent exécutés pour relier au Pô Bologne, Modène et Padoue, et qu'on peut regarder comme des canaux latéraux au Reno, à la Secchia ou au Panaro et au Bacchiglione. Nous avons à nous occuper d'œuvres plus considérables au point de vue de la navigation générale, plus importantes par les principes qu'elles soulèvent ; nous voulons parler des canaux entrepris pour tourner les embouchures impraticables de certains grands fleuves ; comme ces difficultés se présentent plus graves encore de nos jours, nous sommes conduit à comparer les situations ancienne et actuelle, les changements si profonds survenus à dix-huit siècles de distance, et à rechercher les lois et la marche de ces phénomènes persistants, contre lesquels les Romains cherchèrent à lutter, que nous avons combattus nous-mêmes avec plus ou moins de succès, en tendant à revenir aux procédés romains, complétés et améliorés.

Les limons charriés par les fleuves produisent, en se déposant dans les parages des embouchures, des atterrissements et des envasements qui, suivant les circonstances, provoquent des estuaires ou des deltas, avec des seuils, des *barres* à l'entrée du

Digitized by Google

fleuve, et modifient plus ou moins profondément les rivages, en compromettant ou ruinant les travaux maritimes créés à leur portée. Pour rendre compte des grandes transformations qui, en modifiant sans relâche dans le cours de dix-huit ou vingt siècles le système des rivages, ont anéanti sur leurs bords tant de belles œuvres de l'industrie romaine, canaux et ports, nous avons besoin d'étudier avec quelques développements les caractères et la marche des alluvions et des formations sur le littoral maritime; nous en verrons ensuite les conséquences touchant l'économie des embouchures à l'endroit des fleuves romains, comme le Tibre, le Pô, le Rhône, l'Aude, l'Ebre, le Nil et le Danube, et ensuite pour la situation des principaux ports, Ostie, Ravenne, Rimini, Terracine, Narbonne, Fréjus, Carthage, Alexandrie, Péluse, etc.

DELTAS ET ESTUAIRES.

Quand on examine la forme des embouchures des fleuves, on trouve qu'elles affectent deux figures distinctes : les unes, qu'on appelle *estuaires*, représentent des baies uniques et profondes ; les plus caractéristiques se trouvent, par exemple, aux embouchures de la Garonne, de la Loire, de la Seine, de la Tamise, de l'Hudson, du Maranon, de la Delaware; les autres s'avancent dans la mer à travers un large promontoire, et déversent les eaux du fleuve par un certain nombre de bras plus ou moins amaigris : ce sont les *deltas;* les types les plus nets de cette catégorie sont les deltas du Nil, du Rhône, du Danube, du Pô, du Tibre, du Rhin, du Volga, du Mississipi, de l'Indus, du Gange, etc.

Longtemps on a cru que la formation des deltas était spéciale aux mers sans marée, ainsi que la formation connexe des barres à l'entrée des branches de ces deltas; la classification est beaucoup moins simple, car on rencontre, comme le fait justement remarquer M. Duponchel (1), les deltas de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin, non loin des estuaires de l'Elbe et du

(1) *Traité d'hydraulique et de géologie agricoles.*

Digitized by Google

Weser, et le delta du Mississipi est sur le même rivage de l'Océan que l'estuaire de la Delaware. Le phénomène est donc plus complexe, et, pour s'en rendre compte, il faut rechercher des causes moins sommaires que l'absence ou la présence seule des marées.

Dans une mer sans marée ni courants parallèles au rivage, les limons ou *troubles* apportés par le fleuve se déposent plus ou moins instantanément, suivant la ligne de rencontre des eaux tranquilles et plus denses de la mer : le dépôt se fait un peu plus tôt sur les deux rives, où la vitesse est plus faible et plus tôt amortie; il se continue dans le lit du fleuve en formant sur le fond un bourrelet saillant, joignant une rive à l'autre, suivant un arc dont la convexité est normalement tournée vers la mer ; cet arc marque à peu près la séparation des eaux douces et des eaux salées. Ce système, au fur et à mesure des apports, progresse et se porte en avant, le fleuve allongeant ses rives par les parties latérales émergées de la barre, et empiétant sur la mer. Accidentellement, sous l'influence de vents contraires, qui repoussent les eaux de la mer dans le lit du fleuve, la barre se déplace, recule, s'infléchit en arrière et renverse même quelquefois complétement sa courbure, pour reprendre sa position normale et sa marche en avant, quand le calme sera rétabli.

Dans ce système, il se produit des bifurcations, des *dirimations,* assez facilement explicables. Comme dans toutes les larges vallées submersibles, ainsi que nous l'indiquions à propos des fleuves de l'Italie, les berges du fleuve non endigué présentent une pente transversale à partir de la rive ; dans les crues, par suite du ralentissement provoqué par la moindre profondeur du lit majeur, les dépôts de matières entraînées se font au sortir du lit mineur ; cette berge bénéficie du dépôt de toutes les hautes eaux, et plus largement des plus fortes que les zones plus éloignées, parce que son exhaussement diminue davantage la vitesse et favorise ainsi des précipitations de limon plus abondantes ; les berges s'élèvent donc après toutes les crues, et il se forme ainsi deux contrepentes transversales, entre lesquelles le fleuve coule dans un lit de plus en plus encaissé.

Quand le fleuve et ses rives se seront notablement avancés

Digitized by Google

dans la mer, pendant une grande crue, le fleuve, franchissant ses berges, pourra trouver latéralement, à l'origine du promontoire formé, sur le flanc de ses contrepentes, pour gagner la mer, un plus court chemin que par son lit naturel; il pourra raviner alors sa berge sur un point faible, et une dérivation s'établira en se creusant un nouveau lit, sous l'influence d'une pente plus grande et d'une grande vitesse. Après la crue, le nouveau bras restera formé, l'ancien se maintiendra ou s'atterrira, suivant des circonstances assez peu saisissables, et les deux premières branches du delta pourront rester formées. Sur la nouvelle branche, les berges prendront bientôt les pentes transversales normales, et celles-ci, en se rencontrant avec les contrepentes des anciens bras, formeront à leur rencontre des lignes de bas-fonds, de cuvettes, le plus souvent submergées ou marécageuses, à travers lesquelles le fleuve pourra se frayer par la suite de nouveaux chemins ou de nouveaux bras, sur les ailes du delta primitif.

Dans les mers sujettes aux marées, les choses se passent d'une façon différente : les eaux, refoulées d'abord par le flux dans le lit de la rivière, reprennent avec le reflux un écoulement rapide, en grande masse, qui balaye devant lui, entraîne dans la haute mer les dépôts qui ont pu se former dans la période du flux et de l'étale, et les rejette plus ou moins loin de l'estuaire. Mais ces dépôts, arrêtés parfois à une certaine distance, pourront, en arrêtant les apports subséquents et en cheminant de l'aval vers l'amont, regagner l'estuaire et l'obstruer *en retour*, s'ils ne trouvent pas toujours au large assez de fond pour se loger, ou des courants latéraux qui les dispersent et les transportent au loin en démasquant l'embouchure. L'estuaire arrive parfois à se combler ainsi par un amas de dépôts, au milieu desquels le fleuve, aidé de la marée, se frayera de nouveaux chemins, de nouveaux estuaires, qui subiront à leur tour le sort de l'estuaire primitif et, par une marche inverse, donneront à l'embouchure la même apparence de delta. Ces derniers phénomènes s'observent particulièrement dans les grands golfes, dans les mers à demi fermées, soustraites ainsi aux grands courants marins, ou abritées des vents et autres actions locales qui

Digitized by Google

engendrent ces courants transversaux, nécessaires à la dispersion des apports fluviaux. Ainsi, pendant que la Delaware est touchée directement par le Gulf-stream, le Mississipi en est à peu près complétement abrité par la presqu'île de la Floride; le Gange et l'Indus, placés au fond de golfes profondément échancrés, échappent de même à l'action du courant du Malabar; l'Irawaddi, plus avancé, reçoit l'action directe du courant venu par le détroit de Malacca, qui refoule les apports dans le sens du fleuve, et porte la même influence perturbatrice jusqu'aux bouches du Gange.

Il en est de même dans les mers à demi fermées, comme la la Baltique, pour les bouches de la Néva, par exemple.

Et, pour augmenter, diminuer ou transformer ces effets, vient s'ajouter l'action plus ou moins forte de la marée, qui imprime une puissance plus ou moins grande aux chasses du reflux; c'est ainsi que la marée, beaucoup moins forte aux bouches de la Meuse et du Rhin, où son amplitude ne dépasse pas $1^m,50$, qu'aux bouches de l'Elbe et du Weser, change considérablement l'aspect des premières embouchures.

Il faut tenir grand compte encore, comme le dit M. Duponchel, dans la marche de ces phénomènes, de la nature siliceuse ou calcaire des sédiments apportés. Ces diverses circonstances particulières, en se combinant dans des situations, à première vue, très-voisines et très-comparables, modifient profondément les résultats définitifs, et expliquent beaucoup de faits en apparence contradictoires: sur la même côte, nous trouvons ainsi trois fleuves, l'Adour, la Gironde et la Loire, qui se comportent de façons assez différentes. L'Adour a un chenal étroit et ensablé, parce que ses apports proviennent des terrains granitiques des Pyrénées, qui résistent aux faibles efforts de marées moyennes de 2 mètres d'amplitude; à côté, la Gironde nous offre un estuaire large et profond, parce que ses apports, moins denses, venus des terrains secondaires et tertiaires, cèdent facilement aux chasses plus puissantes provoquées par des marées de $3^m,60$ d'amplitude moyenne; plus haut, la Loire, avec des marées égales, présente un estuaire beaucoup moins profond, à cause de la plus grande résistance des sables siliceux qu'elle charrie.

Digitized by Google

CORDON LITTORAL.

Du reste, quelle que soit la forme apparente de l'embouchure, estuaire ou delta, la mer, d'après l'admirable étude qu'en a faite M. Élie de Beaumont dans son *Traité de géologie pratique*, s'entoure toujours d'une ceinture complète.

« La mer, dans les endroits où elle n'a pas une grande pro-
« fondeur, dit M. Élie de Beaumont, modifie la forme de son
« lit, en entassant les matières qu'elle met en mouvement, et
« en donnant au fond une certaine inclinaison qui est plus en
« harmonie avec ses mouvements. Elle agite les matières qui le
« couvrent, et tend à en élever une partie sur ses bords, sous la
« forme d'un cordon qui marque la limite de son domaine. Les
« *barres* sont le prolongement sous-marin de ces levées de ga-
« lets, de ces accumulations de sables qui forment les dunes,
« qui seulement sont tracées un peu au-dessus du niveau des
« hautes mers. Au moyen de ce mécanisme, la mer se renferme,
« pour ainsi dire, chez elle.

« En général, la mer obstrue les entrées des rivières, et
« celles-ci ont une profondeur considérable à une certaine dis-
« tance de leur embouchure. En se rapprochant de la mer, il
« y a un endroit moins profond : c'est cet endroit qu'on
« appelle la *barre*. En dedans de la barre, on est en rivière; en
« dehors, on est en mer. La rade est en dehors, le port est en
« dedans. La question difficile pour entrer en rivière n'est pas
« de franchir un endroit plus étroit, mais de passer l'endroit
« où les matières s'entassent et où la mer brise avec plus de
« force. Les matières ainsi entassées ne laissent que le vide
« nécessaire pour donner passage aux eaux de la rivière. Si elles
« s'entassaient plus haut, les eaux seraient arrêtées, et il se
« produirait une écluse de chasse naturelle : c'est là ce qui
« limite la hauteur de la barre. »

C'est la théorie la plus complète et la plus générale qu'on puisse donner de ces phénomènes; la barre dans les fleuves n'est plus qu'un cas particulier de l'*appareil* ou *cordon littoral* : elle n'est plus qu'une partie du cordon littoral abaissée et immergée au passage des fleuves.

Digitized by Google

Il serait inexact, comme le font remarquer MM. E. de Beaumont et Surell, d'attribuer la formation des barres uniquement à la précipitation des apports fluviaux; elles se produisent encore à la limite d'un canal ou d'un fleuve tranquille ou roulant des eaux pures et limpides; les vagues ferment encore la baie du canal, comme elles ont fermé les lagunes de l'Adriatique, les étangs du Languedoc et de la Camargue, les *limans* de la mer Noire, les *haffs* de la Baltique, les *zées* des Pays-Bas; elles substituent aux échancrures des rivages d'autres contours plus réguliers, mieux adaptés au mouvement dominant des lames, et dessinés par les barres, les plages, les *lidos*, les *nehrungs*, les *flèches*, etc. Des fleuves épurés, dans des lacs ou des lagunes, des matières transportées sont encore *barrés* à leur embouchure, témoin la Néva, la Vistule, le Dniéper, etc.; et l'on peut vérifier toujours la loi des moindres profondeurs à la barre et des plus grandes profondeurs en amont; ainsi : le Rhône a $2^m,00$ ou $2^m,50$ à la barre et jusqu'à $13^m,00$ de fond à la Tour-Saint-Louis, à 6 kilomètres plus haut; la Néva a 20 mètres de profondeur à Saint-Pétersbourg et seulement 4 mètres à l'embouchure; le Mississipi a 50 mètres de fond à la Nouvelle-Orléans, et 4 ou 5 mètres aux meilleures bouches.

BARRES DES FLEUVES.

La barre n'est pas fixe, elle se déplace dans un sens ou dans l'autre, sous l'influence prédominante de la mer ou du fleuve; de plus, sa hauteur augmente avec la quantité de limon transportée. Ainsi, elle remonte dans le fleuve sous l'action du flux ou de la mer poussée par les vents du large; elle descend et diminue, dans le reflux ou dans les crues, quand les eaux douces ont une plus grande vitesse qui disperse au loin les dépôts, surtout s'ils peuvent être repris par des courants transversaux, qui les entraînent dans les grands fonds du large. Toutefois, la barre ne disparaît pas; elle se transporte plus avant, dans des eaux plus profondes, où elle est moins gênante, moins sensible; mais elle est toujours prête à revenir sous une action contraire.

Digitized by Google

Dans les fleuves à marée, ce mouvement alternatif suit exactement l'oscillation du flot.

Dans les ports, bassins ou étangs ouverts du côté de la mer, la barre se manifeste à l'entrée même du canal de communication; il se forme là un seuil, un *degré*, dont le nom latin *gradus* fournit l'étymologie du mot *grau*, qui désigne, dans le Languedoc et la Provence, ces goulets de communication des étangs intérieurs avec la mer. A l'extrémité du canal d'Aiguemortes, la barre se déploie entre les musoirs des jetées; quand le Vidourle croît, il la chasse en avant; elle prend alors la forme d'un fer à cheval de plus en plus saillant au-devant de la passe d'entrée.

C'est en resserrant les rives aux embouchures, pour obtenir une vitesse plus grande, une action prépondérante du fleuve, qu'on a cherché, non pas à annuler la barre, mais à la repousser vers de plus grands fonds, de façon à en abaisser la crête au-dessous du plan d'eau, et à la rendre moins gênante pour la navigation. Toutes les circonstances naturelles ou artificielles qui, en augmentant le volume d'eau, accroîtront la vitesse du courant, concourront de même à refouler la barre et à en effacer la crête.

Transversalement à l'embouchure, la crête de la barre va en s'abaissant avec le lit du fleuve; sur le prolongement du thalweg, elle offre les points les plus bas, qui constituent la *passe;* cette passe se déplace très-facilement avec les fluctuations de la barre; avec les vents, pendant les crues, elle se porte parfois à droite ou à gauche, sur les branches du fer à cheval dessiné par la barre; une partie intermédiaire de la barre même peut émerger au milieu de l'ancien lit, à la baisse des eaux, et subsister après la crue en formant un *they* qui divisera l'ancien lit unique en deux bras : c'est ainsi que se sont parfois formés les deltas, surtout les deltas secondaires, comme celui de Roustan, sur le Rhône, à la fin du siècle dernier.

Si l'on considère le profil en travers de la barre, on trouve d'un côté, vers le fleuve, une pente régulière qui va de la crête de la barre aux grandes profondeurs d'amont; de l'autre, en aval, vers la mer, on reconnaît une pente de moins en moins forte à mesure qu'on s'éloigne de la crête vers le large, et le profil de ce versant présente une courbe concave; la pente moyenne de la plage

Digitized by Google

sous-marine, au droit de la barre, est beaucoup plus grande que pour les plages émergées du littoral voisin; sur les côtes de la Provence, la pente moyenne vers la mer, dans le prolongement des fleuves, est d'environ 1/70e, tandis que sur les côtes elle est ordinairement de 1/150e à 1/180e; la pente tournée vers l'amont est inférieure à 1/500e; le profil transversal varie toutefois beaucoup sur les côtes, d'une zone à une autre.

ATTERRISSEMENTS DES EMBOUCHURES.

A droite et à gauche de la passe, les branches de la barre se relèvent de plus en plus jusqu'aux rives, où elles émergent, en formant des sortes d'îlots qu'on appelle *theys* sur les côtes du Languedoc et de la Provence; dans les crues, ces atterrissements, ras sur l'eau, sont déplacés ou entraînés, ou bien se recouvrent de couches nouvelles de limon, s'agrandissent ou se soudent au continent, qui avance avec les berges du fleuve.

Tous les dépôts ne se précipitent pas sur la barre; la majeure partie se disperse dans son voisinage, et souvent même fort loin, sous diverses actions que nous passerons en revue. Pour rallier ces dépôts, un obstacle, un navire naufragé, une balise suffit à former un centre d'atterrissement; quelques rochers primitivement isolés dans la mer ont été reliés de la sorte au continent par les dépôts de fleuves voisins, qui se sont groupés à l'abri de ces obstacles, sur une ligne les joignant à la terre ferme, et ont formé des isthmes; c'est ainsi que se sont rattachés à la terre les rochers, d'abord isolés, de Gibraltar, de Cette, de Saint-Mandrier, d'Hyères, de Circé, de Cherchell, de Saint-Malo, etc.

AVANCEMENT DES EMBOUCHURES.

Dans les cas où les dépôts ne sont pas entraînés dans les grands fonds ou sur les côtes à de grandes distances, ils s'accumulent sur les rives voisines à partir des bouches du fleuve, qui avancent progressivement dans la mer. On a pu calculer l'avancement des bouches de certains fleuves, sous l'influence de

Digitized by Google

ces atterrissements; il est fort variable avec la teneur en alluvions et d'autres circonstances locales : pour le Rhône, on l'a trouvé en moyenne de 56 mètres par an sur le grand bras, de 100 mètres pour le Pô, de 350 mètres pour le Mississipi. Ces avancements varient beaucoup, pour un même fleuve, avec l'état d'endiguement qui empêche la dispersion des apports entre plusieurs bras ou sur de larges vallées; ainsi, pour le Pô, il n'était, au maximum, que de 25 mètres par an du XIIe au XVIIIe siècle; du XVIIe au XVIIIe, avec les digues commencées, il s'éleva à 70 mètres; il est de 100 mètres actuellement, depuis l'achèvement des chaussées. A ce titre même, l'endiguement qui prive les terres voisines du fleuve des dépôts et des colmatages fécondants des crues, si précieux à l'Égypte, pour les rejeter à la mer, sans grand profit, peut être profondément regrettable, si l'on ne se préoccupe que des intérêts de l'agriculture.

On peut expliquer aussi l'avancement plus grand des bouches dans les temps modernes, par l'augmentation des troubles et des érosions, conséquence des défrichements et du déboisement actuel des montagnes.

Dans certains cas, les courants transversaux dispersent les apports à de grandes distances sur les rives. On ne trouve plus, dans ce cas, ces grands promontoires saillants des embouchures, qui avancent alors avec une grande lenteur; ainsi, le Tibre ne gagne que $3^m,09$ par an, et le Nil, depuis les temps historiques, n'avance annuellement que de $3^m,72$, d'après M. Élie de Beaumont.

Quant au gain superficiel total des terres sur la mer, nous nous en occuperons après avoir étudié les phénomènes de dispersion des apports, et de constitution des grèves et du cordon littoral.

ATTERRISSEMENTS LATÉRAUX.

Une faible partie seulement des alluvions se cantonne dans le lit du fleuve; le reste est emporté dans les grands fonds de la mer, ou va se répandre sur les plages plus ou moins voisines du littoral, soit que, dans les mers à marée, le flot reprenne en revenant les apports entraînés vers le large par le reflux et

Digitized by Google

les rejette sur les rives, soit que, dans toutes les mers, trouvant, au-delà des musoirs des embouchures, des courants transversaux, appelés souvent *courants littoraux*, ces apports soient balayés par eux vers les grèves latérales ; dans le cas des deltas, l'embouchure, formant souvent un promontoire saillant, abrite contre ces courants transversaux des golfes ou segments calmes dans lesquels le courant d'eau trouble, moins dense que l'eau salée, ne pénétrera que par des tourbillons et des remous, et qu'il côtoiera suivant une tangente au musoir, parallèle à la direction du courant prédominant ; les dépôts alors se feront surtout suivant cette ligne, et, à la rencontre de la zone calme et de la zone courante, il se formera à la longue une barre longitudinale à pentes douces, qui finira par émerger et constituer un cordon littoral isolant de la haute mer un étang à fond relevé ; c'est ainsi qu'on peut expliquer la formation de ces étangs fermés vers la mer par d'étroites flèches, comme on en voit sur les bords de la Méditerranée, de la mer Noire, de l'Adriatique, de la Baltique, de la mer du Nord, etc.

Au sortir des embouchures, les apports ne sont pas toujours saisis par un courant de direction prédominante ; ils sont souvent dispersés au gré de courants et de vents variables qui les poussent plus ou moins également sur les deux ailes du delta, dont les flancs s'avancent alors, à peu près régulièrement, de front, comme on le voit pour le Tibre. Les dépôts se font dans ce cas un peu partout, pénétrant dans les échancrures de la côte, comblant peu à peu les golfes, rectifiant le contour du littoral, et venant combler les érosions produites sur les points du littoral exposés à certains ressacs ou certains coups de vent.

De toute façon, la mer tend toujours à régulariser ses rives, en rongeant certaines saillies et en comblant les golfes, ou, à défaut, en transportant la ligne littorale en avant de ses caps, et en marquant d'une saillie à l'autre la limite de son domaine par les nouveaux alignements de ses cordons littoraux.

Entre les nombreuses embouchures du Nil, les cuvettes intermédiaires occupées par les lacs Menzaleh, de Burlos, d'Edku, Maadieh, Mariut, ont été isolées de la mer par des flèches à l'alignement des bouches ; il en a été tout de même pour les étangs de la Camargue, entre les deux bras actuels du

Digitized by Google

Rhône, pour la flèche de la Banâ, aux bouches de l'Ebre, et aux *nehrungs* des *haffs* de la Baltique et aux *flèches* des *limans* de la mer Noire.

Si l'on examine, du reste, les courbes de niveau des fonds de la mer, on leur trouve une tendance marquée à présenter partout des concavités régulières, insensibles aux accidents et aux déchiquetures de la côte; pour la mer Noire, par exemple, dont le littoral nord-ouest et nord se présente assez tourmenté, les courbes de niveau à partir des fonds de 30 mètres deviennent à peu près indifférentes à des mouvements, comme les avancements des bouches du Danube et de la presqu'île de Crimée, ou comme les retraites du golfe d'Odessa; les courbes sous-marines développent leur concavité continue et régulière au-devant des points les plus saillants, sans inflexion bien sensible qui réfléchisse quelque chose de dépressions aussi profondes que celles du golfe d'Odessa, entre les bouches du Danube et le cap Chersonèse.

Cette tendance de la mer à se constituer une cuvette régulière, tendance que nous surprenons dans la mer Noire au-delà des fonds de 30 mètres, ne s'arrête évidemment pas à ce niveau; elle s'étend *à fortiori* jusqu'à la surface, jusqu'au niveau même des plus hautes mers, dans cette zone d'agitation où elle a bien davantage le pouvoir de remanier ses rives. Pour arriver à cette régularisation finale de son bassin, la mer procède par étapes, par avancements successifs, jusqu'à ce que les grands golfes soient comblés, mais dans un délai difficilement assignable; c'est ainsi que, sur les côtes du Languedoc et de la Provence, les golfes de Fos, des Saintes-Maries, etc., qui s'étendent du cap Couronne à Cette, semblent condamnés à disparaître, après bien des siècles, il est vrai, les tendances générales de la mer étant là surtout admirablement servies par les apports du Rhône, dont les efforts incessants ont déjà rempli une toute petite partie de cette grande tâche. Les progrès seront toutefois d'autant plus lents que les alluvions rencontreront en s'avançant de plus grandes profondeurs, et l'on ne saurait plus fixer, pour l'avenir, l'avancement annuel des terres dans cette zone, à 23 hectares, comme l'a calculé M. Surell pour le passé.

Digitized by Google

APPAREIL LITTORAL.

Par suite des dépôts d'alluvions, le profil transversal du rivage affecte différents types ; sans rechercher la théorie de ces formations, que M. E. de Beaumont appelle du nom général d'*appareil littoral*, nous dirons seulement que, sur les côtes basses, ce sont tantôt de larges massifs de dunes, tantôt des grèves étroites de sable ou de galets, attenantes au continent ou isolées par des étangs ou des lagunes. Le profil transversal de cette ceinture, du côté de la mer, affecte une courbe régulière qui n'a rien d'arbitraire.

En général, quand le vent de terre domine, l'appareil littoral est une plage ou un cordon littoral ; quand le vent de mer a une influence prépondérante, le cordon littoral s'épaissit et donne naissance à des dunes de sable.

La séparation des sables et des limons qui constituent les sédiments ou apports fluviaux, s'opère par une sorte de lévigation : les molécules limoneuses, comme en dissolution dans l'eau, ne se déposent que dans la zone des eaux calmes de la mer, à des profondeurs inférieures à 12 ou 15 mètres, suivant les uns, à 15 ou 20 mètres seulement suivant les autres. Dans la zone agitée, les sables entraînés par les courants peuvent se déposer, au contraire, sur les grèves, suivant un profil déterminé, qui affecte la forme de la courbe appelée *cycloïde*.

COURANTS LITTORAUX.

Comment se développent ces courants plus ou moins parallèles aux rivages, qui exercent une si grande influence sur la constitution des embouchures et des côtes ?

Dans les océans et les grandes mers ouvertes, il existe un certain nombre de courants, dont la marche est bien connue depuis les travaux du commandant Maury ; ce sont : le Gulf-stream, les courants Equatorial, Austral, du Malabar, etc. En rencontrant les côtes et les embouchures des fleuves, ils démasquent l'entrée des estuaires, effacent les barres et rangent les

Digitized by Google

apports sur les côtes voisines avec une régularité remarquable, comme le Gulf-stream le fait au sud de la baie de Chesapeake.

Dans les mers intérieures ou à demi fermées, on a cru longtemps à l'existence de courants semblables, provoqués comme des remous par les grands courants généraux. Dans la Méditerranée notamment, on a souvent affirmé l'existence d'un grand courant qui, partant de Ceuta, longerait l'Afrique de l'ouest à l'est, reviendrait ensuite comme un tourbillon en suivant les côtes d'Europe de l'est à l'ouest et en recueillant au passage les courants sortis de l'Hellespont et de l'Adriatique ; on retrouverait même des courants secondaires analogues dans la mer Noire et l'Adriatique. Pour définir d'une façon générale le sens de ce courant, nous dirions qu'il *porte* vers la rive droite de tous les affluents de la Méditerranée.

Beaucoup de marins et d'ingénieurs prétendent l'avoir reconnu et même mesuré ; les uns lui ont trouvé une vitesse de $0^m,06$ à $0^m,07$, les autres de $0^m,20$ à $0^m,30$; quelques-uns lui attribuent même jusqu'à $0^m,50$. Ces divergences d'estimation montrent qu'on n'est pas en présence d'un fait ni bien constant ni bien régulier. Pour prouver l'existence de ce courant, on cite la dérive de bateaux en marche ou à l'ancre, le cheminement des épaves, des cadavres transportés dans le sens prétendu ; on signale encore, à l'appui de cette théorie, les entraînements vers la rive droite des apports fluviaux et les atterrissements formés dans ce sens, aux bouches du Nil, qui a ensablé le port de Péluse à sa droite, à celles du Tibre, qui a ruiné Ostie, encore à sa droite; on propose les exemples parallèles du fleuve Bagradas (aujourd'hui Medjerdah), portant sur Carthage et Tunis, le Rhône sur Aiguesmortes, le Pô sur Ravenne et Rimini.

Ces faits ne sont rien moins que probants pour l'hypothèse en question, car on peut citer, à l'encontre, des témoignages absolument contradictoires : l'Argens a comblé à sa gauche le port de Fréjus, le Tibre envoie ses dépôts au sud aussi bien qu'au nord, le Nil porte ses alluvions à gauche et compromet aussi bien la situation du port d'Alexandrie, les lagunes de Venise se sont formées à la gauche de Pô, et le Danube distribue ses troubles à la fois sur ses deux rives.

Les épaves ont été souvent aussi charriées dans le sens

Digitized by Google

inverse. Sur la côte nord de la Méditerranée, en temps calme, les bateaux à l'ancre et les filets des pêcheurs dérivent à l'est comme à l'ouest.

Ces faits ont permis de révoquer en doute l'existence de ce courant normal, et ont conduit à des observations nouvelles qui infirment complétement l'hypothèse du *grand courant littoral constant*.

Ces observations (1), très-longues et très-patientes, faites par tous les temps au large des embouchures du Rhône, ont démontré qu'il n'existe que des courants superficiels et que, au-delà des fonds de $2^m,50$, les appareils les plus délicats, les moulinets de Woltmann les plus sensibles ne décèlent l'existence, en temps calme, d'aucun courant; dans la dernière vérification des côtes de Provence, faite en 1871 et 1872, les ingénieurs hydrographes chargés de cette mission n'ont eu qu'à constater ces faits connus depuis de longues années, et résumer les éléments d'un procès jugé bien avant leur venue.

Il n'existe pas de courant général constant, mais des courants locaux, superficiels et variables avec les circonstances qui les font naître.

Il est facile, du reste, d'observer la marche indépendante des eaux troubles et douces qui sont déversées par les fleuves dans la mer, et qui constituent un flotteur dont on distingue fort bien le cheminement et le contour. Si l'on prend, par exemple, le cas des embouchures du Rhône, qui sont le plus à notre portée, on peut suivre fort bien les eaux du fleuve : elles s'épandent et s'étalent sur la surface de la mer en une vaste nappe de couleur plus ou moins jaunâtre, tranchée, qu'on peut circonscrire en surface et en épaisseur; les bords finissent par se fondre avec l'eau de la mer, mais non sans qu'on puisse distinguer encore une certaine ligne de démarcation nettement pointillée ou frangée par des écumes; en profondeur, la couche d'eau douce ne s'altère pas sensiblement sur $0^m,50$; au-delà, elle se mélange progressivement avec l'eau salée jusqu'à $2^m,00$ ou $2^m,50$, profondeur à laquelle elle disparaît; en mesurant enfin,

(1) Expériences de M. Reybert.

Digitized by Google

comme l'a fait M. Reybert, la salure par l'aréomètre, la vitesse propre avec un moulinet de Woltmann, on peut délimiter fort exactement la masse d'eau douce, et la suivre dans son mouvement.

En *temps calme*, cette nappe s'étend dans la direction prolongée de l'embouchure, en s'étalant sur les côtés; aux points où la vitesse devient nulle, la salure est exactement celle de la mer; en profondeur, la vitesse et la salure varient, de la surface au niveau de séparation, en raison inverse, jusqu'à la tranche où la salure atteint son maximum et la vitesse s'annule; en temps calme, les eaux se meuvent et se dispersent au débouché du fleuve, en vertu du restant de vitesse acquise, et suivant la direction de l'embouchure. Quand le temps n'est plus calme, on voit, suivant la direction du vent, cette nappe jaunâtre se porter, au gré de cette influence nouvelle, dans le golfe de Fos, vers le cap Couronné, au large ou vers l'ouest, entraînant avec elle ses limons, qu'elle dépose dans ces différentes directions.

En temps calme, les eaux fluviales, au sortir des embouchures, conservent donc une certaine vitesse superficielle dans la direction de la dernière partie du lit; ainsi, les eaux du grand bras du Rhône portent naturellement à l'ouest du cap Couronne; celles de la branche occidentale ou Canopique du Nil entraînent leurs sables du côté d'Alexandrie, tandis que celles de la branche orientale ou Pélusiaque les poussent vers Péluse et Port-Saïd. Mais les vents régnants de la côte viennent souvent modifier cette tendance naturelle, exercer une influence prépondérante et déterminer un sens prédominant dans la marche des eaux troubles et des alluvions, comme sur les eaux de la mer elle-même.

Si nous examinons, en effet, la répartition annuelle des vents observés sur la côté méridionale et sur la côte septentrionale de la Méditerranée, nous apercevons bien vite la résultante de leur action.

Les observations météorologiques faites en Égypte par M. Destouches, et communiquées par M. Clot-Bey, donnent :

Digitized by Google

Côtes méridionales.	Vents du nord-ouest	48 jours.	267 jours.	
	— nord	172 —		
	— nord-est	47 —		
	— est	110 —	19 —	5.
	— sud-est	2 —		
	— sud	15 —		
	— sud-ouest	24 —	75 —	5.
	— ouest	44 —		
	Calme	3 —		
		365 jours.		

Sur les côtes de l'Egypte, les vents du nord, de l'ouest à l'est, règnent donc deux cent soixante-sept jours par an, plus des deux tiers de l'année; ils ont pour effet de repousser les apports en partie dans le fleuve, en partie au plus près le long des côtes et des cordons littoraux obliques qui vont de la bouche Canopique à Alexandrie, ou des bouches de Damiette et de Péluse le long du lac Menzaleh jusqu'au-delà de Péluse. On aperçoit pourtant une certaine prédominance des vents qui viennent de la région nord-ouest et ouest et qui rejettent une plus grande masse d'apports vers l'est, vers Péluse et Port-Saïd. En ce qui concerne particulièrement le port d'Alexandrie, tandis que les parties de la côte directement exposées aux coups de mer du nord sont rongées, les atterrissements se forment contre les saillies et les traverses qui arrêtent les alluvions du Nil dans leur marche de l'est à l'ouest le long du rivage.

Sur la rive septentrionale de la Méditerranée, aux embouchures du Rhône, les observations météorologiques donnent pour la durée des vents :

Côtes septentrionales.	Vents du nord-ouest	88 jours.	192 jours.	
	— nord	86 — 5		
	— nord-est	17 — 5		
	— est	23 — 5	104 —	
	— sud-est	67 —		
	— sud	27 —		
	— sud-ouest	22 — 5	69 —	
	— ouest	33 —		
		365 jours.		

Digitized by Google

Nous trouvons, comme sur la côte égyptienne, une prédominance marquée des vents du groupe du nord, les vents du secteur nord-nord-ouest ayant une fréquence plus grande; les vents du demi-cercle sud ont une influence totale inférieure à celle du quart de cercle nord-est—nord-ouest, et dans le demi-cercle sud le quart est-sud a une prépondérance notable; c'est cette dernière influence qui a pu engendrer sur nos côtes françaises la croyance erronée au courant littoral, tout comme l'a fait, pour l'Égypte et la côte méridionale, une certaine prédominance contraire des vents de la région ouest.

Autrefois, les eaux du grand bras du Rhône se déversaient par quatre bouches rayonnantes, du sud-est au sud-ouest, les graus de Piémançon, de Roustan, d'Eugène et de l'Est; sous l'influence des vents du nord, les eaux douces portaient au large, et, sous l'influence des vents du sud-est, les graus occidentaux envoyaient leurs eaux vers la côte du phare de Faraman, fortement corrodée par les coups de mer du sud-est; les apports compensaient en partie les érosions, et le rivage, au droit du phare, ne reculait qu'à raison de 10 ou 12 mètres par an (de 1812 à 1842, 300 mètres de reculement; de 1842 à 1867, 300 mètres encore). En 1856, pour essayer d'améliorer la barre, on a fermé les trois bras occidentaux dans le but de réunir toutes les eaux dans la branche de l'Est, et d'obtenir sur la barre des chasses plus puissantes. Depuis cette époque, les troubles, en temps calme ou sous les vents du nord, particulièrement du nord-nord-ouest (mistral), suivent plus ou moins la direction du bras, et portent vers le cap Couronne; sous l'action des vents du sud-est, ils sont ramenés vers le golfe de Fos, mais ne prennent plus qu'exceptionnellement, avec les vents d'est, la direction de la côte de Faraman, qui se retire tous les jours devant la mer, et a perdu, de 1867 à 1872, les 120 derniers mètres qui séparaient le phare du rivage : ce dernier ouvrage est aujourd'hui tourné. C'est une preuve nouvelle de l'absence de tout courant littoral permanent, dont l'action eût conjuré ou compensé ces érosions rapides. Pour suppléer à cette influence qui n'existe pas, pour que les apports reprissent le chemin de l'ouest par leur impulsion naturelle en temps calme, ou avec l'aide des vents du sud-est, pour les écarter du golfe de Fos qu'ils pourraient

Digitized by Google

compromettre, et les amener sur la côte de Faraman, où ils seraient utiles, il serait nécessaire de rouvrir à bref délai les deux graus fermés de Roustan et de Piémançon.

Les vents du nord effacent la barre, dispersent les apports au large, et n'exercent qu'une influence insignifiante sur nos côtes. Les vents du sud, au contraire, particulièrement ceux du sud-est, très-violents et très-persistants, remontent la barre dans le fleuve, la rendent plus dangereuse, bouleversent les eaux et attaquent fortement les plages; ils repoussent les alluvions et les rejettent sur les fonds et dans les golfes placés sous le vent.

Quelques phénomènes nous permettent de mesurer la portée des alluvions fluviales.

Avant la modification des bouches, les troubles du grand bras du Rhône, poussés par les vents du sud-est, allaient parfois jusqu'au petit bras, aux Saintes-Maries, à 40 kilomètres à l'ouest.

Sur le Tibre, les alluvions fluviales se sont étendues, au nord, jusqu'au cap Palo (*Alsium*), à 23 kilomètres, et au sud, jusqu'au cap d'Antium, à 55 kilomètres des embouchures; contrairement à la théorie du courant littoral qui devait porter la majeure partie des alluvions vers le nord, la répartition s'est faite sous l'influence des vents régnants de la côte, avec une tendance prépondérante vers le sud, sous l'action dominante des vents du nord.

Sur le Nil, les sédiments dépassent Alexandrie à l'ouest, et Port-Saïd à l'est, embrassant un front de plus de 300 kilomètres de rivage. Ils ne paraissent pas cependant avoir formé l'isthme de Suez et fermé la communication entre la Méditerranée et la mer Rouge, car les sables de l'isthme sont, non point des sables marins, mais des sables du désert.

AVANCEMENT DES RIVAGES.

On a cherché à calculer les surfaces ainsi gagnées par les rivages; mais l'absence de bonnes cartes anciennes, qui donnent des points de repère exacts, rend très-difficiles les com-

Digitized by Google

paraisons entre les situations anciennes et actuelles, et permet rarement de calculer ces accroissements.

On peut mieux se rendre compte de l'avancement des rivages, suivant certaines directions déterminées.

Ainsi Ravenne, au dire de Strabon, avait, au temps d'Auguste, ses murs baignés par la mer; sous Justinien, la mer en était à 2 stades (350 mètres environ); entre les VIe et IXe siècles, le port fut comblé par les atterrissements du Pô; aujourd'hui, Ravenne est à près de 7 kilomètres du rivage.

Fréjus eut son port creusé par Auguste, vers l'embouchure de l'Argens; ce port est maintenant à 2 kilomètres dans les terres (pl. VII).

Ostie a ses deux ports, de Claude et de Trajan, séparés de la mer par un atterrissement de 3 kilomètres (pl. VII).

Quant aux surfaces gagnées annuellement par les rivages, on n'a pu les apprécier exactement que pour des périodes modernes.

Pour le Rhône, M. Surell a calculé à 21 millions de mètres cubes le volume des apports roulés annuellement par les deux bras du fleuve; d'après les talus qu'affectent ces dépôts rangés en remblai sur une profondeur de 100 mètres, il a trouvé, pour le gain annuel de nos côtes, une surface de 23 hectares; en rapprochant, d'un autre côté, la carte de d'Anville (1712), de la carte actuelle de M. Émilien Dumas (1850), on reconnaît que l'avancement du delta, dans cette période de cent trente-huit années, a été de 3,225 hectares, soit, par an, en moyenne, de 23^{h},4; il s'est produit des érosions, sur la côte de Faraman, qui sembleraient réduire le gain absolu à 17 hectares seulement. Néanmoins, en prenant, d'autre part, la surface totale du delta, estimée à 140,000 hectares environ, et développée pendant la formation géologique actuelle, à laquelle on assigne une période de six mille ans, on trouve encore, pour l'accroissement moyen annuel, une surface de 23^{h},33, concordance assez frappante.

Le delta du Pô s'enrichit annuellement de 60 millions de mètres cubes d'apports, d'après M. Baumgarten, de 41 millions seulement d'après M. Lombardini; celui du Mississipi s'accroît de 664 millions de mètres cubes. Le Maranon charrierait 1,812 millions de mètres de sédiments, avec une vitesse moyenne de 1^{m},72; on retrouverait ses eaux à cent lieues des côtes.

Digitized by Google

Les apports du Nil, dans les débordements, colmatent et exhaussent le sol de la vallée, sur une surface considérable, de $0^m,126$ de hauteur par siècle, en donnant assez peu à l'avancement du rivage, quelques mètres seulement par an; on compte pour les dépôts un cube annuel de 60 millions de mètres.

Les changements si profonds qui se sont produits dans la forme et la constitution des rivages, surtout aux embouchures des fleuves, où sont attirées plus particulièrement les fondations de l'industrie humaine, s'étaient déjà partiellement manifestés au temps des Romains, qui les avaient certainement constatés dans le cours de leur pratique assez longue.

L'expérience avait eu le temps de leur enseigner les dangers qui menaçaient les ouvrages établis dans la zone d'atterrissement des fleuves, et Vitruve recommandait de placer les ports loin des embouchures; il protestait contre la position du port de Fréjus, de celui d'Ostie, trop rapprochés de l'Argens et du Tibre, et l'événement a bien confirmé la justesse de ses prévisions.

OSCILLATIONS DU SOL TERRESTRE.

Ces modifications du contour littoral par voie d'érosions ou d'apports ne sont pas les seules qu'aient subies les rivages. Le sol terrestre est encore soumis, en un grand nombre de points, à des soulèvements et à des affaissements sur place, qui représentent de véritables *oscillations*. Ces phénomènes ont été particulièrement observés sur les bords de la mer, qui offre un niveau de repère très-certain. Ces mouvements, comparables à ceux des fonds tourbeux inondés ou desséchés, ont été remarqués pour la première fois au siècle dernier, dans le golfe de Bothnie, où la côte scandinave se soulève de $1^m,60$ par siècle, tandis que le rivage occidental de la péninsule ne s'élève que de $0^m,30$ dans le même temps; on ne saurait donc attribuer ce mouvement à un retrait de la mer, et l'on voit du même coup le déplacement s'opérer comme autour d'une charnière horizontale placée à l'occident. En poursuivant ces observations, on a découvert que ce n'étaient pas là des faits isolés : les falaises d'Écosse émergent à raison de $0^m,005$ par an; et le mur des

Digitized by Google

Pictes, qui, pour barrer le passage, fut certainement prolongé des deux côtés jusqu'au bord de la mer, est élevé de 8 mètres aujourd'hui, comme tout le sol environnant, au-dessus des plus hautes mers, et assez distant du rivage actuel ; à $0^m,50$ par siècle, le mouvement aurait été à peu près continu depuis les dix-sept siècles qui nous séparent de l'époque de sa construction, vers 130.

On rencontre les mêmes phénomènes sur les côtes de la Sicile, de la Sardaigne, des Baléares, de la Grèce et de ses îles, sur la côte de Menton, le littoral de la mer Noire, celui de l'Adriatique, de la Manche, la côte des Pays-Bas. Ces mouvements ne sont pas sans retours : l'île de Chypre s'enfonce maintenant, après s'être soulevée de 8 mètres dans l'époque moderne. Dans la Syrie et la Palestine, on a constaté non-seulement l'exhaussement général, mais l'aire du soulèvement ; on trouve que la surface forme là parfois de véritables vagues, comme celles de la mer ; tandis que Iskandéroum et Tyr s'élèvent, que l'île de Tyr s'est rattachée au continent par un isthme émergé, par contre Beyrouth et Kaisarieh s'abaissent.

Plus à l'est, la côte égyptienne de la Méditerranée et de la mer Rouge, autour de l'isthme de Suez, s'est soulevée depuis les temps les plus reculés jusqu'à une époque récente, comme nous le verrons à propos des anciens travaux de l'isthme ; maintenant elle s'affaisse d'une manière continue et sensible ; ainsi, des cavernes sépulcrales sur les bords de la mer Rouge, creusées évidemment à sec dans le roc, sont inondées aujourd'hui et vont finir par disparaître au-dessous des eaux.

Le littoral du nord de l'Afrique n'a pas été excepté de ce mouvement si général : par un soulèvement graduel, les baies ont disparu, tandis que certains caps se sont notablement avancés ; les plages de la Tunisie ont empiété sur la mer ; les anciens ports de la côte, Carthage, Utique, Mahédia, Porto-Farina, Bizerte, Hamman-Korbès, Kelibia, Kourba, sont mis à sec ou à peu près.

Une des modifications les plus considérables qui aient été la conséquence de ces mouvements, a été la séparation, par un bourrelet littoral, de l'ancienne mer du Triton (*Tritonis mare*) du golfe de Gabès ou de la Petite Syrte ; ce grand golfe intérieur,

Digitized by Google

occupé aujourd'hui par les Chott-el-Djérid, Chott-el-Rharsa (*lac Pallas*), Chott-Selem (*lac de Lybie*) et Chott-Melghigh, dont les fonds sont à 27 ou 40 mètres au-dessous du niveau de la mer, a été séparé de la Méditerranée par la côte d'El-Ardh, comme la cuvette des lacs Amers l'a été par le soulèvement du seuil de Chalouf; cette mer isolée s'est évaporée en grande partie, en laissant quelques marais ou plaines salées en contrebas du niveau de la mer; M. Roudaire propose de les submerger de nouveau par une coupure dans la côte tunisienne, qui rouvre l'accès de la Méditerranée à cette immense plaine infertile.

CANALISATION LATÉRALE.

A l'époque romaine, où tout le mouvement commercial suivait la ligne des fleuves, les ports furent naturellement placés aux points de rencontre de la navigation fluviale et de la navigation maritime, c'est-à-dire aux embouchures. Dans la Méditerranée et ses annexes, qui constituèrent à peu près exclusivement le domaine maritime romain, cette solution se heurta aux difficultés de la barre, des envasements intérieurs, et quand on chercha plus tard à tourner ces difficultés en déplaçant la position, à moins de se porter sur le rivage à d'énormes distances, on rencontra devant soi les atterrissements latéraux. Les Romains luttèrent pour résoudre ce pénible problème, qui s'est transmis à notre temps; c'est pourquoi nous avons un peu longuement étudié la marche et les causes de ces graves phénomènes, qui ont pesé et pèsent encore si lourdement sur l'avenir des plus belles créations maritimes.

Dans les fleuves *barrés*, la barre présente bien une passe d'une certaine largeur, offrant toujours environ 2 mètres de fond, qui devait suffire en temps calme aux vaisseaux romains tirant peu d'eau. Mais cette passe se déplace par les mauvais temps et n'occupe aucun point fixe; il faut en baliser constamment la position; la mer, dans les gros temps, *brise* d'une façon dangereuse sur toute la barre; et puis, à droite et à gauche de la passe, s'élèvent des hauts-fonds sur lesquels l'échouage est certain; les ports naturels des embouchures,

Digitized by Google

accessibles en temps calme, étaient donc, alors comme aujourd'hui, complétement fermés dans les mauvais temps quand les marins en avaient le plus grand besoin ; la navigation et le commerce antiques ne pouvaient pas s'accommoder d'une pareille situation.

Pour avoir raison de ces obstacles, il a été essayé de deux systèmes : supprimer ou plutôt abaisser la barre par le resserrement des rives, ou la tourner par une canalisation latérale.

Les Romains ne connurent et ne pratiquèrent que ce dernier procédé, dans lequel on creuse un nouveau lit, qui, partant d'un point de la berge du fleuve, va déboucher sur un point du littoral maritime.

Pour assurer à cette œuvre une solution efficace et durable, il faut chercher d'abord, pour les deux têtes de ce canal, sur la rive du fleuve, une partie où le régime soit bien établi, et, sur le littoral, une position inaccessible aux apports fluviaux ; il faut encore pouvoir isoler du cours du fleuve le bras artificiel, sans quoi le nouveau lit participera aux conditions des bras ouverts, s'allongera, se barrera par les atterrissements, d'autant plus que la vitesse sera généralement plus faible, et toute l'amélioration sera bientôt compromise. A ce titre, nos écluses à sas, commandant l'entrée de ces canaux, nous rendent maîtres de leur économie, réduisent les envasements au minimum et ne laissent plus ces ouvrages attaquables qu'à revers par leur débouché sur le littoral maritime.

Les Romains semblent avoir reconnu, dans un certain nombre de cas, la nécessité de cette fermeture des canaux artificiels, qu'ils appelaient *fossæ*.

Bien que nous soyons fort insuffisamment renseignés sur les moyens dont ils pouvaient disposer pour remplir cet office, nous avons cité précédemment des cas où il fut fait usage de *valves émissaires du fleuve* ou du canal, et Diodore de Sicile nous parle de la solution appliquée au canal de Ptolémée pour obtenir l'*euripe* (ou l'entrée du canal) *fermée :* c'était « une barrière faite avec beaucoup d'art, qui s'ouvrait quand on voulait « faire passer les navires, et se refermait tout aussitôt après. » Cette dernière solution put être parfaitement connue des Romains.

La navigation antique ne paraissant pas avoir exigé des

Digitized by Google

pertuis de plus de 5 mètres de largeur pour le passage de ses navires et bateaux, on comprend que pour une ouverture de 5 mètres, avec une charge d'eau même de 2 mètres à l'amont, une porte à deux vantaux, busqués déjà peut-être, pouvait encore être ouverte à grand renfort de moufles et de cabestans ; on faisait une lâchure dont les bateaux profitaient pour passer, non sans danger à la descente, et à la remonte non sans un immense effort, il est vrai ; on les retenait, ou bien on les remorquait sans doute, avec d'autres cabestans sur les deux rives

Ces lâchures, en laissant passer une quantité d'eau trouble et de limon incomparablement trop grande relativement au cube d'eau strictement nécessaire à la remonte d'un bateau et ménagé par nos écluses à sas, devaient envaser les canaux bien plus rapidement que de nos jours, et la faiblesse des moyens de dragage devait alors rendre encore ces atterrissements plus redoutables. Les pertuis, insuffisamment enracinés ou fondés, devaient souvent aussi, dans les crues, être affouillés, renversés et emportés, en laissant le passage libre à un nouveau bras du fleuve. Soit que ces pertuis n'aient pas toujours résisté, soit que la difficulté de leur construction ou de la manœuvre de leurs portes ait fait négliger cette précaution, les canaux artificiels des Romains fonctionnèrent probablement souvent comme de simples émissaires du fleuve. On se figurait peut-être, faute de se rendre un compte exact des lois qui régissent ces phénomènes, que les embarras des embouchures étaient inhérents au cours désordonné du fleuve et qu'ils devaient disparaître dans un lit régulier et mieux tracé.

Dans ces canaux ouverts à faible section, dotés d'une pente souvent un peu plus forte, mais d'un rayon moyen très-sensiblement réduit, la vitesse fut inférieure à celle des anciens bras, ce qui favorisa les dépôts et l'envasement du lit artificiel ; ce dernier resta soumis d'ailleurs, dans la mesure de son importance, à toutes les lois des barres. Ou bien, dans les crues, ce canal fut largement et profondément raviné, s'agrandit et devint un véritable bras nouveau, soumis à tous les accidents ordinaires : ce fait se produit fréquemment, et de nos jours on a vu, dans une grande crue, de simples fossés d'irrigation envahis par les eaux, après la rupture de leurs vannes de prise, céder leur place à un

Digitized by Google

bras principal. C'est que les berges et les fonds de ces canaux n'offrent pas la résistance à l'entraînement des parois des fleuves; dans ces dernières, les molécules élémentaires ne s'arrêtent et ne se fixent que lorsqu'elles arrivent à tourner contre le courant leur plus faible section, leur face de plus grande résistance; elles se disposent toutes ainsi, *imbriquées* les unes dans les autres, et ne se laissent plus facilement entraîner; plus loin des berges, dans les terres voisines, le dépôt se fait en vertu d'une moindre vitesse, la précipitation est plus confuse, l'orientation des molécules sédimentaires moins marquée; tout courant nouveau qui prendra les unes et les autres par le travers, les attaquera par leurs faces de moindre résistance et les déplacera facilement; c'est pourquoi les minima indiqués dans les ouvrages techniques pour les vitesses qui attaquent les terrains de diverses compositions, ne sont pas absolus et doivent varier suivant qu'il s'agit d'un sol quelconque ou d'un sédiment formé dans le fond ou sur les berges d'un fleuve.

Les berges des canaux tracés obliquement aux courants des fleuves ont pu souvent, en conséquence, être corrodées par des vitesses inférieures à celles du bras principal, et le régime de ces cours d'eau artificiels, successivement affouillés et atterris, a dû très-difficilement s'établir. C'est pour cela encore que nous ne manquons plus de les fermer complètement au libre cours des eaux.

Des cas pareils se sont autrefois présentés, par exemple pour la dérivation du Tibre, qui est devenu le bras actuel, et sur le Rhin, pour le canal de Drusus, qui est devenu le bras appelé Yssel, soit que les portes d'accès aient été renversées, soit que, se fiant au cours tranquille du fleuve, on ait négligé de fermer la communication par un ouvrage qui commandât leur entrée.

Quand les Anciens établirent des portes, ils ne semblent pas les avoir placées toujours à la prise d'eau dans le fleuve; ainsi, les portes de Ptolémée furent, si Diodore était bien renseigné, construites au seuil du Sérapeum, séparant un long bief fluvial en amont, et un bief maritime en aval; le canal supérieur devait promptement s'ensabler par cette communication constante avec les eaux limoneuses du fleuve; les eaux du canal,

Digitized by Google

éclaircies par le repos, se rechargeaient constamment de troubles, qui se répandent du milieu louche au milieu limpide à la manière d'une fumée dans une atmosphère pure, comme on le remarque dans toutes les anses, criques ou parties abritées et non balayées par le courant, sur les rives des fleuves limoneux.

Ces anciens canaux, menacés par l'amont, durent être souvent aussi compromis par l'aval; leur tête ne fut pas toujours placée hors de la portée des alluvions venues des anciennes embouchures; l'entrée de ces canaux peu profonds dut être souvent obstruée par les barres qui se forment partout sur le littoral de la mer; on ne sut pas rechercher, pour l'emplacement de ces entrées, des golfes et des ports bien formés, ou reporter, par des avant-ports artificiels, la passe dans des profondeurs assez grandes, pour que la barre ne pût gêner la navigation et obstruer l'entrée du canal.

Soit que les Romains eussent négligé beaucoup de précautions, ignorées encore de leur temps, soit que les circonstances fussent invinciblement défavorables, plusieurs de leurs ouvrages n'eurent qu'une durée éphémère.

Nous allons passer en revue les principaux canaux antiques, en indiquant les solutions que nous avons appliquées à notre tour.

LE TIBRE ET LA FOSSE CLAUDIENNE.

Peu après la fondation de Rome, Ancus Plancus avait créé, en — 700, le port d'Ostie, à l'embouchure du Tibre, sur la rive gauche (pl. VII, fig. 1-2); ce port, simple garage demi-circulaire établi en retraite sur la berge, fut rapidement ensablé, comme il arrive dans les fleuves limoneux pour toutes les anses abritées, où la vitesse de l'eau est diminuée ou annulée. Les vestiges de ce port primitif sont actuellement à 7^{k},5 de l'ancienne embouchure. Vainement on l'avait reporté plus près de la mer; au commencement de l'Empire, malgré des travaux incessants, ce port n'était plus accessible, car, en aval, le lit du fleuve n'était plus navigable ni l'entrée accessible.

Strabon nous dépeint ainsi la situation :

« Ostie est une ville dont le port est supprimé, à cause des

Digitized by Google

« limons que le Tibre accumule ; ce n'est pas sans danger que « les navires viennent mouiller au large sur leurs ancres ; enfin, « la nécessité a fait que de petites barques auxiliaires viennent « prendre les marchandises des navires, ou leur en rapporter « d'autres, faisant un service rapide entre les navires et le port, « avant que les navires aient pénétré dans le fleuve (et après « qu'ils en sont sortis). Débarrassés d'une partie de leur charge- « ment, ils peuvent alors remonter jusqu'à Rome. »

Nous voyons assez nettement décrites, et la situation de l'embouchure, et les opérations d'allégement et de transbordement qui se pratiquaient en rade pour décharger les navires avant leur passage sur la barre, ou pour compléter leur chargement au départ, quand ils l'avaient franchie.

Pour mettre un terme à cette situation déplorable, César avait projeté un nouveau port en rivière, mais il avait reculé devant les difficultés de l'entrée du fleuve ; plus tard, en présence d'une disette occasionnée ou aggravée par ces obstacles, opposés aux arrivages des blés, Claude se résolut à creuser ce nouveau port, et le mit probablement en communication directe et immédiate avec le Tibre, par un canal qui est devenu le bras septentrional actuel ; le port de Claude eut, d'autre part, son entrée propre sur la mer, entrée marquée par deux jetées, et protégée par un grand môle ou brise-lame.

Pline le Jeune dit que Trajan fit une *fosse* de dérivation du Tibre, en même temps qu'il fit creuser un nouveau bassin hexagonal dans le port. Ce canal, avec lequel communiquait le fond du port de Claude, était probablement déjà fait, ou tout au moins commencé ; il se déchargeait dans la mer, et se trouvait dans le projet de Claude. Trajan n'eut sans doute qu'à le faire achever ou curer (1). Le delta compris entre l'ancien lit du Tibre et le canal s'appelait l'*île Sacrée*.

On transbordait dans le port les marchandises sur des barques halées par des bœufs, et conduites jusqu'à Rome.

---

(1) La flatterie attribua sans doute tout l'honneur de ce travail à Trajan ; ce dernier crut avoir par là sauvé Rome des inondations, car une médaille de son règne, trouvée à Porto-Trajano, porte « Urbem ab inunda- « tionis periculo liberavit. »

Digitized by Google

Malheureusement, tout ce système, port et canal, était établi complétement dans la zone d'atterrissement.

Il servit pourtant à l'approvisionnement de Rome pendant quatre ou cinq siècles, depuis Claude (+41-+54) jusqu'à Valentinien III (424-455), peut-être même jusqu'à Justinien (527-565), au dire de Procope. Mais, au Xe siècle, il était tout à fait hors d'usage.

Aujourd'hui, la branche naturelle, Fiumara, envoie toujours un peu d'eau vers le sud-ouest; le seul bras navigable est encore l'ancien canal de Claude, qui eut, à l'origine, environ 3,000 mètres de longueur, à partir de la bifurcation de Capo-Due-Rami, et a pris de nos jours un développement de près de 5,000 mètres, avec une largeur variable de 22 à 51 mètres, et une profondeur de $2^m,90$ à $1^m,56$; sa pente est d'environ $0^m,089$ par kilomètre. Les rives n'étant pas défendues par des quais, les crues du Tibre ont pu facilement produire ces érosions et ces élargissements.

Le pape Paul V fit nettoyer l'embouchure, quand les atterrissements en eurent rendu l'entrée aussi difficile qu'à l'ancien bras naturel.

De nos jours, pour assurer, de la mer, l'accès du Tibre au petit cabotage, on a essayé de faire des endiguements latéraux qui resserrent les eaux, réduisent la section et donnent au courant une vitesse plus grande qui balaye la barre; on a cherché à conduire ces chasses jusqu'à la haute mer, par des jetées à claire-voie, comme nous l'avons fait pour l'Adour.

Cette solution moderne, dont l'expérience et le succès n'ont pas consacré l'emploi, est fort en faveur auprès des ingénieurs italiens, qui l'ont appliquée encore, avec plus ou moins de bonheur, aux bouches de l'Arno, du Ronco et du Montone, et aux Regi-Lagni du golfe de Naples. Ils construisent des jetées pleines ou à claire-voie, avec des pieux espacés et récépés au niveau des basses mers, pour former guideaux.

Ce système de resserrement, appliqué sans résultats bien appréciables aux embouchures du Rhône et du Danube, a été à peu près abandonné; il est singulier de le trouver préconisé par les descendants de ceux qui firent, avec un certain succès, les canaux de Claude, de Marius, de Drusus et de Trajan, succès qui eût été bien plus grand de nos jours, avec le secours des

Digitized by Google

écluses et le concours de nos connaissances hydrauliques et géologiques.

On a pensé qu'on eût pu éviter les ensablements et la ruine de ce port de Rome, en le transportant d'Ostie à la limite la plus voisine des apports, à Palo, au nord; mais le canal aurait eu une longueur cinq fois plus grande; il aurait rencontré, sur son parcours, un certain nombre de petits cours d'eau, qu'on aurait su difficilement alors éviter par des siphons. Le canal aurait alors reçu leurs apports; si l'on n'avait pas le moyen de commander la prise d'eau au Tibre par une porte solide, l'accès restant ouvert, avec une pente beaucoup plus faible que dans le bras principal, avec une section déterminée au hasard et insuffisante à maintenir une certaine vitesse, le canal eût été promptement ensablé; il se fût peut-être conservé moins longtemps praticable que le canal de Claude, entretenu par le courant assez vif du Tibre, qu'il débite presque tout entier.

LE PÔ ET LA FOSSE AUGUSTA.

Le Pô (*Eridanus*) avait, à l'époque romaine, au dire de Pline et de Pomponius Méla, sept embouchures; Pline les énumère comme il suit :

1° La branche qui conduisait à Ravenne, appelée *Paduse* ou *Messanique;*

2° Une seconde, plus large, qui servait de port à Vatrène;

3° La bouche *Eridanique* ou Spinétique;

4° Une bouche qu'il appelle le Vatrène;

5° La branche de Caprane;

6° Celle de Sagis;

7° Celle de Volane.

Sur le cours du Pô, la navigation fut très-active; on descendait alors de Plaisance à Ravenne en deux jours. Strabon dit qu'on le remontait, quoiqu'il fût très-fort par lui-même et qu'il se grossît fréquemment par les pluies et les neiges; puis il ajoute : « Comme ses eaux, lorsqu'il approche de la mer, se « répandent çà et là, son embouchure se distingue avec peine, « et l'on n'y entre pas facilement; mais l'expérience et

Digitized by Google

« l'adresse surmontent les plus grandes difficultés. » C'est encore d'une barre qu'il s'agit là.

Le Pô, qui reçoit quarante-deux cours d'eau, la plupart torrentiels, charrie beaucoup de limons et forme un delta considérable; il semble avoir eu son point de bifurcation ou de *dirimation* à Ferrare; on ignore la marche des atterrissements et des dérivations pendant la période romaine; il semble toutefois, à l'origine, avoir développé son aile droite par l'ancien Pô de Primaro, puis ses branches de gauche par le bras actuel de Seravalle ou de Venise, comprenant entre elles la lagune de Comacchio, fermée par un cordon littoral; plus tard, la branche sud s'obstrua, et le bras gauche devint bras principal, avec deux bras secondaires, à droite le Pô de Goro, et à gauche le Pô de Fornacci, chacun donnant naissance à des dérivations nombreuses.

Les apports se dirigeant vers le nord, en opposition avec la théorie du courant littoral qui les eût portés au sud, les Vénitiens, au commencement du XVIIe siècle, firent ouvrir une branche plus courte, débouchant dans la baie de Goro; cette branche, comme il arrive souvent aux canaux latéraux de longueur plus courte et à plus forte pente, s'élargit et s'approfondit dans les crues et devint bientôt bras principal : c'est le Pô-Grande.

L'endiguement, à peu près complet aujourd'hui, a eu pour résultat de fixer le lit, et ces variations ne se produisent plus de nos jours. Ce fleuve présente comme autrefois sept branches ou bouches : Pô di Levante, della Maestra, delle Tolle, della Gnocca, di Goro, di Volano, di Primaro.

Les Romains, voyant entravée par la barre la navigation à l'entrée du bras de Primaro, essayèrent, sous Auguste, avant de l'entreprendre à Ostie, de tourner l'embouchure par un canal partant du port de Ravenne et rejoignant la branche voisine du Pô : ce fut la *fosse Augusta;* peut-être se bornèrent-ils à canaliser ou améliorer une dérivation naturelle de cette branche. Ravenne devint ainsi le port du Pô.

La ville fut même entourée, au nord et au sud, par deux bras de cette dérivation méridionale du fleuve; il est probable qu'on ne prit aucune précaution pour fermer la prise d'eau;

Digitized by Google

comme cette dérivation présentait un développement plus considérable que les bras naturels, elle dut être bientôt atterrie par les eaux troubles, la parcourant à faible vitesse. La ville se trouvait en outre dans la zone d'atterrissement des grands bras; au temps de Justinien, Ravenne était déjà à 350 mètres de la mer, et les hauts-fonds s'étendaient jusqu'à 30 stades (5,250 mètres) du rivage, au dire de Procope; au VIe siècle, il n'y avait plus accès à Ravenne que d'un côté; au IXe, le port était comblé; aujourd'hui, cette ville est à 7 kilomètres de la mer.

Ces canaux ont été refaits aujourd'hui; un canal latéral débouche dans la rade di Goro, et envoie à droite des embranchements sur Ferrare, Bologne, Modène et Reggio. Sur la rive gauche, le canal Bianco relie le Pô à l'Adige.

Dans ces parages fut ouvert un autre canal romain, la *fosse Claudia,* mais pour dessécher et rendre à la culture la Polésine et les marais de Rovigo; elle débouchait dans l'Adige; nous en reparlerons à propos des canaux d'asséchement.

LE RHÔNE ET LA FOSSE MARIENNE.

L'histoire des variations des embouchures du Rhône serait fort longue à écrire. Timée, vers —300, compte cinq bouches; Polybe (—200), deux; Artémidore (vers —60) en donne trois; Strabon, dans le Ier siècle, en voyait six; Pline l'Ancien, à la fin du Ier siècle, en comptait trois : la branche orientale *os Massalioticum* de Pline ou *gradus Massilitanorum* d'Ammien Marcellin; puis une seconde branche vers l'ouest, *ostium Metapinum,* envoyant un bras plus à l'ouest encore dans l'étang de Thau (*Taphros*), et débouchant dans la mer par la bouche espagnole, *ostium hispanense.*

Ptolémée, au commencement du IIe siècle, ne signale que deux bras, l'occidental et l'oriental; Festus Aviénus (IVe siècle) en voit cinq.

La Table de Peutinger dessine trois branches.

Plus tard, jusqu'aux *Portulans* espagnols et italiens du XVIe siècle (1534 à 1584), les documents font défaut.

La branche d'Arles fut, dès l'origine, la plus considérable.

Digitized by Google

La Camargue, ou l'île comprise entre le Grand et le Petit Rhône, offre bien tranchés les caractères des deltas, avec les bourrelets saillants le long des rives, une cuvette centrale, des lagunes et des dunes sur le rivage maritime, et les bouches du fleuve en saillie dans la mer.

La navigation du Rhône fut de bonne heure très-active, comme le constate Strabon : « Le Rhône a surtout un avantage « marqué sur les autres fleuves pour le transport des marchan- « dises, non-seulement parce que ses eaux communiquent à « plusieurs rivières, mais encore parce qu'il se jette dans la « Méditerranée, qui l'emporte sur l'Océan, et qu'il traverse la « plus riche contrée de la Gaule. » Mais, alors comme aujourd'hui, le fleuve subissait les lois de la barre et des envasements aux embouchures, obstacles dont nous empruntons la description à Plutarque : « Les bouches du Rhône, à cause de l'obsta- « cle que leur oppose la mer, reçoivent tant de vase et de si « grandes quantités de sable, que les vagues entassent sur des « couches hautes et profondes, que les bancs rendent l'entrée « de la rivière étroite, difficile et dangereuse pour les grands « vaisseaux de charge qui viennent de la mer. »

Voilà décrits, à dix-huit siècles de distance, les obstacles que nous observons de nos jours, et dont les marins se plaignent encore presque dans les mêmes termes.

Strabon nous indique le remède qui fut apporté, vers — 103, par Marius, à cet état de choses : « Marius, s'apercevant que « l'embouchure du fleuve se fermait par des atterrissements suc- « cessifs, ce qui gênait l'approvisionnement de son armée, fit « creuser un nouveau canal qui reçut la meilleure partie des « eaux; il le céda, par la suite, aux Marseillais, en récompense « de ce qu'ils s'étaient distingués dans la guerre qu'il avait sou- « tenue contre les *Toggeni* et les *Ambrones*. Ce canal fut une « source de richesse pour Marseille, par les droits qu'elle levait « sur ceux qui le remontaient ou le descendaient. Néanmoins, « l'entrée du fleuve resta toujours difficile, à cause de la rapidité « des eaux, des atterrissements qui s'y forment, et parce que le « pays est si plat, que l'on ne peut, dans un temps couvert, dis- « tinguer la terre, même de fort près. Les Marseillais ont fait « construire des tours qui servent de signaux, etc. »

Digitized by Google

Ce canal rendit les plus grands services à Arles, qui resta le centre d'un commerce maritime très-considérable; cette situation paraît s'être maintenue jusqu'à une époque avancée du Moyen-Age.

Ce canal latéral, que Marius fit creuser par son armée en attendant le retour des Cimbres, partis pour ravager l'Espagne, avait, au dire de Plutarque, une largeur assez grande pour laisser passer de grands vaisseaux; son embouchure dans la mer était placée en un point du rivage sûr et commode, dans un endroit calme et à l'abri du choc des vagues. On détourna, dans ce canal, une grande partie du fleuve. Cet ouvrage prit le nom de Marius, et s'appela la *Fosse Marienne* (*Fossa Mariana*) (1).

Il est intéressant de rechercher la position de ce canal; cette question a été controversée; en rapprochant les Itinéraires d'Antonin, de Peutinger et de Ptolémée, il semble toutefois qu'on peut reporter assez exactement à Fos la position de l'entrée maritime de ce canal. Les distances de ce point à Arles, notées sur l'Itinéraire maritime d'Antonin et la Table de Peutinger, concordent assez bien (33 milles); la Table représente un port à la bouche d'un bras très-occidental; on retrouve dans les parages de Fos des débris de constructions antiques recouvertes par la mer, deux digues parallèles, appelées Codoulières, entre Fos et l'étang du Galéjon, faites évidemment de main d'homme avec des cailloux de la Crau, sur une largeur de 30 à 40 mètres, et éloignées de 100 à 125 mètres; la configuration des lieux environnants correspond assez bien aux descriptions : on retrouve ainsi, dans le voisinage, un étang salé, deux soulèvements rocheux sur lesquels purent être élevées les tours de signaux; et ce qui rend cette opinion plus probable, c'est que le point du rivage commode et sûr, à l'abri des coups de mer, dont parle Plutarque, ne peut se trouver, entre Cette et le cap Couronne, que dans cette partie du golfe de Fos, appelée précisément pour cela *anse du Repos*.

Ce point de départ admis, comment peut-on supposer le

---

(1) Pomponius Méla dit au Ier siècle :
« *Fossa Mariana partem ejus amnis navigabili alveo effundit.* »

Digitized by Google

canal dirigé, et quel put être son point d'accession au Rhône? Son tracé n'était pas intimement lié à la position du camp de Marius; quelle que fût celle-ci, sur la rive droite ou la rive gauche du Rhône, du Mas-Thibert à Saint-Gabriel, le canal eut pour mission de tourner l'embouchure du fleuve et de rendre les navires dans le Rhône, parfaitement navigable à partir de quelques milles en amont de la barre; par le fleuve, on rejoignait toujours le camp de Marius.

Le canal put donc se diriger sur un point de la rive gauche du Rhône, de Parade à Champtercier ou au Mas-Thibert. Il suivit peut-être la ligne des points bas occupés aujourd'hui par les étangs du pied de la Crau, mais sans pouvoir remonter au-delà de Champtercier ou de Beynes, parce qu'il eut rencontré là un cap ou croupe du diluvium de la Crau qui eût été difficile à franchir, et qui a rejeté de nos jours sur la berge même du fleuve le canal d'Arles à Bouc.

Du reste, il était sans intérêt de faire remonter ce canal plus haut, et même aussi haut, puisqu'il pouvait rencontrer beaucoup plus tôt un chenal naturel parfaitement navigable.

La description de Strabon semble indiquer nettement que le canal était ouvert, puisque la vitesse du courant était grande et qu'il recevait une notable partie des eaux du fleuve; en conséquence, les atterrissements et la barre se formèrent au débouché de ce bras naturel, et si l'entrée resta praticable et fréquentée pendant assez longtemps, c'est qu'elle était mieux abritée et plus facilement accessible que les autres, que la passe ne variait pas autant qu'ailleurs sous les coups de mer, et que les apports amenés par cet émissaire, à débit relativement faible, furent moins importants qu'aux autres bouches.

Ce bras finit par s'atterrir, comme nous allons voir cet accident arriver tant d'autres fois pendant le Moyen-Age. Les variations que nous surprendrons dans les trois derniers siècles, nous expliqueront les contradictions apparentes des auteurs anciens touchant le nombre des bouches, dans le cours de l'époque romaine; ces incertitudes eussent paru bien autrement plus grandes encore, si l'on avait entrepris de décrire la position et le tracé de tous ces bras jusqu'à nos jours.

Pour permettre d'en juger, nous allons résumer succinc-

Digitized by Google

tement l'histoire des embouchures (1) du fleuve dans les derniers siècles, ce qui nous conduira aux solutions données, de notre temps, au problème de la facile accession du Rhône.

Grand-Rhône. — Au commencement du Moyen-Age, le bras principal, ou *Grand-Rhône*, semble s'être dirigé, à partir d'Arles, du nord au sud, par Beaujeu, la Tour de Valat, et avoir eu son débouché, à la fin du IVe siècle, vers le Grand-Badon actuel ; c'est là que paraît avoir été le Grau des Marseillais, qu'on qualifiait de *os amplissimum;* cette embouchure s'avança progressivement dans la mer, pour arriver jusqu'auprès de la Vignole. En même temps, un bras plus oriental se détachait de Champtercier pour suivre la ligne des baisses du bas de la Crau, sur la trace possible du canal de Marius, et se jeter dans le golfe de Fos par le Grau du Galéjon.

Vers la fin du Moyen-Age, à une époque que l'on ne peut guère préciser, ces deux lits furent abandonnés et remplacés par le Grand Bras actuel, jusqu'au Grand Passon ; au XIIIe siècle, l'embouchure était vers la Tour de Parade. Plus tard, avec les atterrissements, le bras s'infléchit vers l'est, en suivant le thalweg occupé par le *Bras-Mort*, et en gagnant le Radeau et la Favouillane, où il bifurquait pour rejoindre, à l'est, l'ancien Grau du Galéjon, et à l'ouest, par Laget et L'Eysselle, déboucher au Grau de Passon, vers le bassin actuel du Port-Saint-Louis ; ce dernier bras est marqué sur le terrain par la ligne des marais de l'Escale et de Malebarge.

Cette situation paraît s'être maintenue jusqu'en 1583 ; à la suite d'une crue extraordinaire, ces bras furent abandonnés, et le Rhône se fraya une nouvelle voie à l'ouest, à la hauteur du Védeau et du Petit-Peloux, sur la ligne occupée par le canal du Japon actuel, branche appelée encore *Rhône-Mort* ou *Vieux-Rhône;* cette bouche fut le *Bras-de-Fer,* la seule embouchure orientale jusqu'en 1711 ; en vertu de cette tendance générale à abandonner le bras le plus oblique à la mer et le plus long, à cette dernière époque, une grande crue emporta la vanne d'un canal (canal des Launes), tracé sur le trajet du Grand Bras actuel, prit son

(1) Recherches de M. E. Desjardins.

Digitized by Google

cours par ce nouveau lit, qui devint seul navigable, et l'ancien bras fut totalement abandonné et s'atterrit.

Ce bras s'est conservé jusqu'à nos jours, en créant seulement, près de son embouchure, les trois branches ou graus de Piémançon, de Roustan et d'Eugène, qui ont été fermés artificiellement en 1856. Sur les bords, la Tour Saint-Louis a été construite en 1737; sa position peut servir de repère pour reconnaître l'avancement des embouchures depuis cette époque; il est d'environ 6 kilomètres.

Le bras principal eut un moment, au XIIIe siècle, une branche occidentale qui traversait la Camargue, en bifurquant à 2 kilomètres en aval d'Arles, et s'appelait *Brassière de la Cappe;* on en reconnaît encore aujourd'hui la trace, qui, sous le nom de *Bras de Saint-Ferréol,* passe à l'est de la Grand-Mar, au nord du Valcarès, et se perd à l'est des Saintes-Maries; cette branche s'est atterrie en 1440.

Petit-Rhône. — Par une irruption fort ancienne vers l'ouest, à 2 kilomètres en amont d'Arles, se forma le bras appelé aujourd'hui *Petit-Rhône*. Il a toujours gardé à peu près la position actuelle et paraît s'être constamment jeté dans la mer au Grau d'Orgon, près des Saintes-Maries.

Vers Sylvéréal, une dirimation suivait autrefois sensiblement la ligne occupée par le canal de navigation de Peccais, et a laissé pour trace le *Rhône-Mort*. Une seconde branche, plus occidentale encore, passait au pied de Saint-Gilles, gagnait Aiguesmortes par la ligne des marais actuels de la Souteyrane et de Scamandre, et pénétrait même dans les étangs du Languedoc, qui s'étendaient de Mauguio à Cette.

Sous François Ier, vers 1552, on détourna l'embranchement du Petit-Rhône du port d'Aiguesmortes, qu'il achevait de combler, et on le rejeta directement à la mer par une coupure à l'est, qu'on appela le *Rhône-Vif*, débouchant au Grau-Neuf; la branche occidentale s'atterrit vers la fin du XVIe siècle. Plus tard, la branche occupée par le canal de Peccais l'a été aussi, et de ce côté il ne reste plus, depuis longtemps, que le Bras d'Orgon ou Petit-Rhône actuel.

Jusqu'à l'endiguement des rives du Rhône, il exista, dans

Digitized by Google

toute l'antiquité, en amont d'Arles et de la dirimation de Fourques, un bras de crue qui occupait le pied des collines de Bellegarde, sur la direction actuelle du canal de Beaucaire; cette ligne était un thalweg nettement formé par la rencontre des versants de Bellegarde et de la pente transversale de la rive droite du Rhône, entre Beaucaire et Saint-Gilles. Ce bras, maintenant atterri, alimentait sans doute, au moins dans les crues, les branches occidentales du Petit-Rhône.

On s'explique fort bien qu'il ait pu se produire alors une dirimation ancienne, en amont de Fourques, sur un point de la rive droite entre le Mas d'Assac et la Lèque, en face d'un confluent supplémentaire de la Durance : cette rivière dut, avant son endiguement, se frayer au moins un bras de crue entre les contreforts des Alpines et le soulèvement de la Montagnette, entre Château-Renard et Rognonas, Maillane et Graveson, Saint-Gabriel et Tarascon, en suivant une ligne de fonds tourbeux très-nettement indiqués sur la Carte de l'État-Major ; la succession des côtes de nivellement montre que nul faîte ne s'opposait à ce passage, et le thalweg de cette vallée secondaire rejoignait le Rhône par Lansac et Beaumont, avec un moindre parcours que par le confluent actuel ; les eaux de la Durance, venues par ce bras, rencontraient le Rhône sous un certain angle, frappaient la rive opposée et devaient, en créant sur ce point une dirimation accidentelle, poursuivre en partie leur cours par le pied des coteaux de Bellegarde, et aller rejoindre le Petit-Rhône et ses branches occidentales.

Ce bras dut exister à l'époque romaine, car nous trouvons dans les Itinéraires, à mi-chemin entre Arles et Nîmes, l'indication d'un pont, *Pons Ærarius*, à 8 milles de l'un et de l'autre, donnée satisfaite par la position qui se trouve au pied de Bellegarde et d'une ancienne tour, chargée sans doute, en tête de ce passage, d'assurer la perception du péage pour l'*ærarium*.

Malgré la fixité relative dont il jouit depuis 1711, le bras principal ou Grand-Rhône actuel ne manqua pas de présenter dès l'origine tous les inconvénients que nous avons signalés, et cette question dont s'était préoccupé Vauban, sous Louis XIV,

Digitized by Google

se représenta à tous les esprits pendant le dernier siècle ; la navigation avait une importance considérable, d'autant plus que les routes étaient fort imparfaites ; on proposa bien des solutions, variant en principe du canal latéral à l'endiguement : Louis Roy (1665), Mitton (1725), de Beaujeu (1766), Lalauzière (1778), Marmillot (1784), Remillat (1790) préconisaient l'amélioration des embouchures par l'endiguement ; Barras de Lapenne (1682), Vauban (1691), Bélidor (1748), Pollard (1750), de Beaumont (1768) ne voyaient de solution efficace et durable que dans la construction d'un canal partant de la rive gauche du Rhône et aboutissant à Fos ou à Bouc. Les deux opinions étaient partagées, comme nous le voyons, par le même nombre d'auteurs et d'ingénieurs de part et d'autre. Après avoir perdu beaucoup de temps à balancer entre les deux solutions, on se décida, en 1802, pour la canalisation, et l'on créa le canal d'Arles à Bouc, qui ne fut terminé qu'en 1829, et même en 1834, et parachevé en 1842 ; ce canal part d'Arles et débouche dans un golfe bien abrité, à peu près hors d'atteinte des apports fluviaux ; il a 47,449 mètres de longueur, trois biefs, avec une sorte de point de partage, une largeur de $14^m,40$ au plafond, de $24^m,40$ au plan d'eau, une profondeur de $2^m,00$; les quatre écluses ont 8 mètres de largeur et $33^m,00$ et $35^m,80$ de longueur de busc en busc.

L'insuffisance du canal de Bouc, qui ne donnait que $0^m,50$ de plus de tirant d'eau que la barre du Rhône, se révéla bientôt ; on ne tarda pas à reconnaître, au moment du grand développement de la navigation fluviale à vapeur, la nécessité d'ouvrir des accès plus larges et plus profonds. On ne pouvait économiquement, dans les conditions exigées par la navigation, élargir et approfondir le canal de Bouc sur près de 48 kilomètres avec des traversées de poudingues très-durs, ni lui construire quatre grandes écluses nouvelles.

On dut chercher ailleurs une autre solution. On revint à l'idée d'améliorer la barre en réunissant toutes les eaux du fleuve entre deux digues resserrées, et en cherchant à produire une chasse qui dissipât cette barre, ou du moins la repoussât plus loin dans les grands fonds. Ce travail, exécuté de 1852 à 1857, ne donna qu'une amélioration éphémère ; la barre se

Digitized by Google

reformait au bout des digues, qu'on eût été condamné, par un véritable travail de Sisyphe, à continuer et à prolonger toujours.

On se décida à appliquer enfin un remède plus héroïque. On reprit la solution de Marius, préconisée par Vauban, Bélidor, indiquée et recommandée par M. Surell lui-même, en même temps qu'il proposait l'endiguement des embouchures. On fit alors, à l'instigation de M. H. Peut, un canal dérivé du Rhône, reliant le plus directement possible le fleuve, en une partie bien fixée, à cette anse du golfe de Fos, bien abritée contre les coups de mer, peu menacée par les apports du Rhône et pourvue d'un fond excellent, qu'on appelle l'Anse du Repos.

Cet ouvrage, décrété le 9 mai 1863, a été commencé en 1865 et terminé en 1870 ; c'est le *canal Saint-Louis*. Il se compose d'une écluse de 22 mètres de largeur, de 160 mètres de longueur de busc en busc, et de $7^{m},50$ de profondeur, donnant accès du Rhône dans un bassin de 12 hectares, pourvu de quais verticaux, qui communique avec la mer par un canal de 3,200 mètres de longueur, de 63 mètres de largeur au plan d'eau, de 30 mètres au plafond et de $6^{m},00$ de profondeur ; ce canal débouche dans un avant-port triangulaire de 100 hectares, formé par deux digues, l'une de 1,650 mètres, l'autre de 1,200 mètres, ménageant entre elles une passe de 200 mètres, reportée dans les fonds de plus de $7^{m},00$; un chenal, creusé à $6^{m},00$ de profondeur sur 60 mètres de largeur, conduit de la passe à l'entrée du canal.

Cet ouvrage considérable, qui mérite d'être classé parmi les belles œuvres de notre temps, résout-il d'une façon définitive et sûre ce que l'on appelle depuis longtemps le problème des embouchures ? On peut le croire, autant que le permettent les prévisions humaines. Du côté de sa tête amont, il ne pourrait être menacé que par une dirimation nouvelle du fleuve vers l'ouest ; or, le bras actuel, qui se trouve enfermé déjà dans une ceinture complète de digues surveillées et entretenues, soutenues encore par les endiguements d'un lit mineur qui formeront bientôt une canalisation véritable, n'est plus exposé à ces déplacements subits des temps passés. L'écluse à sas, en limitant strictement le passage des eaux troubles dans le canal, réduit les envasements annuels à une fraction déterminée du cube

Digitized by Google

d'eau déplacé par les bateaux qui remonteront le canal : la teneur en limon des eaux moyennes du Rhône étant de 1/2000e, le volume des dépôts représenterait 500 mètres cubes pour un déplacement de 1 million de tonneaux bruts, et ne se produirait que dans le sens de la remonte; l'enlèvement de ce cube n'assurerait pas une demi-journée de travail par an à quelques-unes de nos puissantes dragues nouvelles.

Quant à la tête aval de ce canal, vers l'avant-port du golfe de Fos, elle pourrait finir par être en péril, si l'on maintenait plus longtemps le déversement total des eaux du Rhône, par le bras oriental, presque au milieu de l'entrée du golfe de Fos; sous l'action des vents de la région du sud-ouest au sud-est, qui règnent cent dix-sept jours par an, ces eaux troubles refluent dans la golfe de Fos, peuvent pénétrer dans l'avant-port et dans le canal, et finir à la longue par les ensabler et les compromettre. Il semble urgent de dévier de nouveau le Rhône vers l'ouest, et pour cela de rouvrir les anciens Graus de Piémançon et de Roustan, dirigés dans ce sens, si l'on veut recouvrer l'ancienne fixité des fonds du golfe, et assurer toute sécurité à l'entrée du canal, aussi bien qu'au golfe lui-même; ce dernier finirait, sans cette dérivation, par être menacé, dans plusieurs siècles il est vrai, de la formation d'un cordon littoral, qui relierait les embouchures du Rhône au cap Couronne.

Avec ces précautions, le canal ne manquera pas à la mission pour laquelle il a été créé : il assurera l'accès du Rhône d'une façon commode, permanente et durable. Quant à sa mission commerciale, il est curieux de retrouver dans l'antiquité une situation tout à fait comparable : bien qu'Ostie fût fondée à 35 kilomètres de Rome, sur le Tibre rendu accessible par le canal de Claude, Néron, qui n'eut pas que des accès de folie furieuse, pensa un jour qu'au lieu d'attendre le développement d'Ostie, il vaudrait mieux rattacher au Tibre un grand port déjà fondé, comme celui de Pouzzoles; l'impuissance des moyens d'exécution le fit reculer; le port d'Ostie fut agrandi, et la ville se développa, grâce au voisinage immédiat de la capitale.

Il eût été sans doute meilleur de chercher, dès l'origine, comme Néron l'avait conçu sur un autre point, à relier directement le Rhône à un grand centre commercial tout formé, à

Digitized by Google

Marseille même, par un canal à point de partage ou par un canal latéral à la mer, comme le proposaient successivement Becquey et Brisson; le problème ne se présentait pas facile, mais il n'aurait pas excédé les forces de l'industrie moderne, et les résultats auraient été plus complets et plus féconds encore.

AUDE.

L'Aude est actuellement une des rivières les plus limoneuses que l'on connaisse; elle charrie deux fois plus de troubles que le Rhône, et donne jusqu'à 1,700,000 mètres cubes d'atterrissements par an.

Le delta s'est formé dans une sorte de golfe intérieur, isolé du large par la chaîne des montagnes de la Clape. Sous les Romains, d'après MM. de Martin et Duponchel, les atterrissements ne devaient pas dépasser Courson et Narbonne; le golfe intérieur au-devant de Narbonne s'appelait *Narbonensis*, *Rubresus* ou *Rubrensis*. Strabon et Pline citent Narbonne comme situé à l'embouchure du bras principal de l'Aude; son port, entretenu et amélioré par les empereurs, fut le grand entrepôt du commerce du Midi et de la Gascogne, qu'on atteignait par l'Aude et ensuite par la Garonne; Narbonne eut alors une période de très-grande prospérité.

Malheureusement les dépôts gagnèrent toujours, et d'autant plus vite qu'on se rapprocha davantage des temps modernes; pour rétablir la communication, on creusa le canal de la Nouvelle, à travers les étangs; ce canal devint une dérivation de l'Aude; mais les bras continuèrent à s'ensabler, les étangs à se combler, et la ruine de Narbonne, commencée à la chute de la domination romaine, s'est achevée au temps de saint Louis.

On retrouve, pour preuve de ces atterrissements et de ces exhaussements, à la traversée de l'étang de Capestang, les vestiges, enfouis dans les alluvions, de l'ancienne voie romaine de Béziers à Narbonne, qui fut certainement établie au-dessus des eaux moyennes.

Digitized by Google

On a cherché vainement à maintenir l'Aude dans ses crues et à retenir ses eaux dans le port de Narbonne; cette ville n'est plus qu'une bourgade, et n'a pour ressources que la culture des alluvions qui l'ont ruinée.

LE RHIN ET LA FOSSE DRUSIENNE.

Dans la Mer du Nord, les embouchures de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin se réunissent pour former un immense delta qui tient environ 90 kilomètres de la côte; ce sont des îles d'alluvion, séparées par des canaux plus ou moins larges; cet état d'encombrement de l'estuaire est provoqué par la faible amplitude de la marée moyenne, qui, sur ce point de la côte, n'atteint guère que $1^{m},50$. Ces atterrissements successifs du Rhin ont formé une partie de la Hollande.

Strabon dit que le Rhin avait deux embouchures, d'après Asinius; Ptolémée en comptait trois : l'une, occidentale, suivait le bras de mer sur lequel se trouve Amsterdam, et se jetait dans l'Océan par le canal qui passe à Bakum; la médiane, *medium Rheni ostium* de Ptolémée, était la branche qui va de Hoorn à Alkmaër, et se perd à Petten; l'embouchure orientale de Ptolémée est le passage de Vlie, qui s'étend en un long canal du Zuyderzée à l'île de Wheland (Vlie ou Flie viendrait de *Flevius fluvius*, nom donné souvent au Rhin).

L'accès du Rhin est particulièrement difficile, et cette situation gênait déjà les Romains. Drusus, désespérant de régulariser le cours d'un bras du Rhin, et voulant faire passer sa flotte dans ce fleuve pour appuyer ses opérations en Germanie, se résolut à faire un canal latéral débouchant dans le Zuyderzée; cette *Fosse Drusienne* est devenue le bras connu aujourd'hui sous le nom d'Yssel.

Le génie hollandais a tourné toutes ces embouchures et couvert le pays de canaux; il en existe même un latéral à l'Yssel, de Dieren à Grifft.

Digitized by Google

LE DANUBE ET LA FOSSE TRAJANE.

Polybe, vers — 150, constatait également, aux embouchures du Danube (*Ister* ou *Danubius*), l'existence de barres (στήθη), qui rendaient fort dangereuses l'entrée et les approches du fleuve. Au Ier siècle, Strabon décrivait ainsi la situation :

« Près des embouchures de l'Ister est située une grande « île appelée Peucé ; il y a beaucoup d'autres îles plus petites, « les unes au-dessus, les autres au-dessous de Peucé, car l'Ister « se décharge dans le Pont-Euxin par sept bouches dont la plus « considérable est celle qu'on appelle *embouchure sacrée* « (ἱερον), par laquelle on remonte le fleuve pendant 120 stades « (20 kilomètres), pour arriver à Peucé. Darius fit construire un « pont sur cette bouche.

« L'embouchure *sacrée* est celle qu'on rencontre la pre- « mière à gauche en entrant dans le Pont-Euxin ; les autres se « suivent ; la septième est éloignée de la première de 300 sta- « des (0°30′, environ 50 kilomètres) ; c'est dans l'intervalle de « ces embouchures que se forment les petites îles ; les trois « embouchures après la première sont petites ; les trois suivan- « tes sont plus larges, mais plus petites que la première. »

Après Strabon, Pomponius Méla (au Ier siècle) et Vibius Sequester (au IVe siècle) attribuent encore sept bouches au Danube : « *Ister, acceptis aliquot amnibus, ingens jam, et* « *eorum qui in Nostrum mare decidunt, tantùm Nilo minor,* « *totidem quot ille ostiis, sed tribus tenuibus, reliquis navi-* « *gabilibus effluit.* » (Pomp. Méla.) Il semble que ce soit un parti pris de trouver sept embouchures aux fleuves (Pô, Danube, Nil), car Pline, Arrien, Ptolémée, la Carte de Peutinger ne connaissent que six bouches, que Pline appelle, en allant du sud au nord : Peucé, Naracustome, Calonstome, Pseudostome, Boréostome, Spiréostome.

Arrien les désigne sous les noms de : au nord, *Psilon ostium* (celle de Kilia), *Secundum ostium*, *Pulchrum ostium* (celle de Soulina), *Naracum ostium*, *Sacrum ostium* (Edrillis ou Saint-Georges), et une sixième plus au sud.

Digitized by Google

Ptolémée leur donne des noms correspondants, en allant du nord au sud : *Psilon stoma, Boreum stoma, Pseudostoma, Calon stoma, Naracium stoma, Hieron stoma.* Il signale l'île Peucé.

La Table de Peutinger représente, pour le IVe siècle, six bouches, et, au-devant d'elles, une île appelée *Helous.*

Les bouches ont formé, sur l'ancien littoral de la Mer Noire, un cap saillant de près de 60 kilomètres, avec une largeur d'environ 340 kilomètres à son enracinement au rivage ; on estime le volume des apports, depuis le IVe siècle, à 600 millions de mètres cubes de dépôts, couvrant une surface d'environ deux millions d'hectares. Ces dépôts se rangent principalement dans le sens du nord au sud.

Le Danube débite de nos jours annuellement 60 millions de mètres cubes par trois bras principaux : celui de Kilia, au nord, déversant les 17/27es du volume total ; celui de Soulina, débitant les 2/27es, et celui de Saint-Georges, au sud, qui fournit les 8/27es restants du débit total.

Le bras de Kilia forme un delta très-complet, avec neuf branches secondaires, parmi lesquelles on en compte sept d'importantes : les branches Bolgorod, Ochakow, Rakow, Ankudinow, Otnojino, Srednéé et Stamboul.

Les deux grands bras de Soulina et de Saint-Georges sont uniques : celui de Soulina avait 3 mètres de profondeur et servait de bras navigable ; les autres n'offrent que $1^m,50$ et 2 mètres de tirant d'eau.

Au commencement de notre ère, la navigation des bouches du Danube présentait de grandes difficultés, tout comme de nos jours ; Trajan se proposa d'appliquer le remède connu de la canalisation latérale, en faisant une dérivation au sud, à travers le lac actuel de Kara. Ce projet ne fut pas exécuté, ou tout au moins terminé ; on aurait pu lui prédire un succès assez court, car ce canal aurait eu non-seulement ses chances d'obstruction propres, mais il aurait été, par surcroît, exposé vers sa tête aval aux apports des branches septentrionales, poussés le long de la côte sud par les vents régnants du nord et du nord-est, qui amènent de nos jours les troubles du Danube jusqu'à Kustendjé.

Digitized by Google

On a voulu voir encore là le fait du courant littoral, comme si ce dernier pouvait transmettre son mouvement giratoire au travers de défilés aussi rétrécis que les Dardanelles et le Bosphore !

La navigation du Danube, devenue très-active, exigeait, dans ces dernières années, qu'on améliorât la situation des bouches, dont la plus praticable, celle de Soulina, n'offrait pas plus de 3 mètres de tirant d'eau ; on avait bien essayé d'approfondir la passe au moyen d'une herse, que les navires, en descendant, devaient prendre à leur remorque pour draguer la crête de la barre. Ce moyen était absolument insuffisant ; on essaya de s'affranchir du passage des embouchures en créant un chemin de fer de Tchernawoda à Kustendjé, et un autre de Ruschtschuk à Warna, mais les relations commerciales ne purent s'accommoder de ce double transbordement. On tenta, au dire de quelques-uns, d'améliorer la passe par un guideau de pilotis serrés, mais on n'en retrouve pas la moindre trace ; il y a vingt ans, on essaya de recourir au dragage avec une machine très-puissante, mais ce n'était encore qu'un palliatif très-coûteux, très-précaire ; une seule grosse mer détruisait le travail de plusieurs mois.

Enfin, une Commission internationale, instituée par le Traité de Paris, fut chargée de résoudre le problème de l'amélioration d'une passe. Elle s'arrêta au système de l'endiguement du bras de Soulina, et ce travail fut entrepris de 1858 à 1861, et complété en 1870, sous la direction de M. Hartley ; on obtint le resserrement par deux digues : celle du nord, de 1,412 mètres, et celle du sud, de 915 mètres ; la profondeur, qui variait autrefois de 8 à 12 pieds anglais, s'éleva un moment jusqu'à 15 et 17,5 pieds, soit à $4^m,57$ et $5^m,33$; mais, en 1867, on ne rencontrait déjà plus, sur certains points, que 11 et 12 pieds d'eau ($3^m,34$ à $3^m,65$).

Là, comme aux embouchures du Rhône et du Tibre, cette solution n'eut donc pas encore un résultat complet ni durable ; elle ne conduit jamais qu'à des demi-succès, à des améliorations éphémères ; c'est, comme on l'a dit, une solution provisoire et un remède qui demande à être appliqué sans trêve ni relâche.

Pour arriver à une solution définitive et permanente, on a dû agiter la question d'un canal latéral ; les uns ont proposé de

Digitized by Google

l'ouvrir sur la rive gauche de la branche méridionale de Saint-Georges; les autres, et M. Desjardins à leur tête, ont préconisé la rive gauche de la branche septentrionale de Kilia, à la limite de la zone d'atterrissement. La branche de Saint-Georges, abritée des tempêtes du nord-est, présente des ensablements plus considérables, parce qu'ils ne sont pas dispersés par les courants, et qu'ils s'augmentent en plus des dépôts amenés des bouches du nord; ces mêmes dépôts ont déjà formé le cordon littoral qui isole aujourd'hui de la mer le lac Raselm, et les atterrissements qui ont fait avancer le rivage de 18 à 20 kilomètres en quinze ou seize siècles. Au sud des embouchures, les fonds sont encore bouleversés fréquemment par des tempêtes et des courants très-violents, qui les ravinent par ressauts brusques ou affouillements de 4 à 5 mètres de profondeur, contrairement aux pentes régulières et continues que l'on observe ailleurs.

La position septentrionale semble beaucoup plus sûre; c'est pour celle-là qu'on s'est décidé; on va construire un port à Jibriani, en Bessarabie, un peu au nord de Vilcow. D'après le projet de M. Hartley, on créera un avant-port formé de deux jetées espacées de 470 mètres et comprenant entre elles un chenal de 157 mètres de largeur et de $5^{m},70$ de profondeur aux plus basses eaux, donnant accès dans un bassin de 630 mètres de longueur et de 11 hectares de superficie, capable de recevoir 150 navires de 2 à 900 tonneaux; des docks seront établis sur tout le pourtour des quais; un canal de 19 mètres de largeur et de $2^{m},80$ de profondeur mettra d'autre part ce bassin en communication avec la branche de Kilia. Un chemin de fer reliera cette création à Galatz et aux lignes austro-hongroises.

On se réserve sans doute d'approfondir et d'élargir ce canal, et de le porter aux dimensions nécessaires pour prolonger la navigation maritime dans le Danube, sans quoi cette solution dispendieuse serait, pour la région du bas Danube, inférieure à celle que l'on a cherchée à la bouche de Soulina.

Digitized by Google

LE NIL ET LE CANAL D'ALEXANDRE.

CANAL DE SÉSOSTRIS, DE DARIUS, DE PTOLÉMÉE, DES ROMAINS ET DES ARABES.

Le Nil, dans son delta classique, offrait autrefois sept bouches ou branches (1) principales, qui étaient, de l'est à l'ouest :

La branche *pélusiaque* ou *bubastique*,
— *saïtique* ou *tanitique*,
— *mandésienne*,
— *phatnitique* (branche de Damiette),
— *sébennytique*,
— *bolbine*,
— *canopique* (branche de Rosette) ;

avec un grand nombre de branches plus petites ou *fausses bouches*, sur lesquelles les Égyptiens naviguaient avec des bateaux en terre cuite (?), au dire de Strabon.

Ces branches comprenaient entre elles déjà les lacs et étangs, dont les principaux se trouvaient près de *Diospolis* (Tell-el-Debeleh), les lacs Menzaleh (de *Mendes*), de Péluse ; ce dernier rendait très-difficile l'accès de l'Égypte par l'est. Eratosthène dit qu'il y avait 1,300 stades (220 kil.) de la branche pélusiaque à la branche canopique.

Il semble qu'aux temps primitifs les branches orientales aient eu le plus d'importance ; le contraire se produit aujourd'hui : les branches de Damiette et de Rosette sont encore navigables, tandis que les autres sont à peu près fermées.

---

(1) Le même nombre existait dans l'antiquité, car Properce nous dit :

« *Aut canere inciperem et Nilum, quum tractus in urbem*
« *Septem captivis debilis ibat aquis.* »

Et Festus Avienus :

« . . . *Et ponto septem ferus explicat ora.* »

Ce chiffre *sept* est, pour les embouchures des fleuves, comme un nombre fatidique que les géographes et les poëtes ont voulu rencontrer partout ; nous l'avons remarqué déjà pour les bouches du Danube et du Pô.

Digitized by Google

Au commencement de notre ère, la Mer Rouge (Mer Erythrée) s'avançait beaucoup plus au-devant de la Méditerranée; elle venait à *Héroopolis*, vers le seuil du Sérapeum, et n'était séparée de la Méditerranée que par un isthme de 75 à 80 kilomètres de largeur; l'isthme avait alors, entre Péluse et Héroopolis, 900 stades suivant Strabon, 1,000 suivant Eratosthène, 125 milles d'après Agrippa; Posidonius évalue même la distance à 1,500 stades; mais ces estimations devaient partir les unes de Héroopolis, les autres de *Clysma* ou de Suez, et être comptées tantôt en petits stades (100 mètres), tantôt en grands stades (158^{m},70).

On comprit de bonne heure toute l'importance d'une communication continue entre les deux mers, pour les trois parties du monde qui se rencontraient sur ce point, et l'on songea à creuser des canaux de transit direct permettant aux navires de passer sans rompre charge d'un bassin dans l'autre.

Si l'on en croit Diodore de Sicile, qui indique à peu près seul cette solution, Nécos ou Néchao, vers — 670, aurait fait creuser un canal reliant directement la Méditerranée à la Mer Rouge, ou du moins le lac Menzaleh au lac Timsah, à travers le seuil d'El-Guisr; on retrouve, en effet, à la traversée de ce dernier seuil, les cavaliers d'un ancien canal, large de 80 à 100 mètres, de 40 mètres seulement vers le faîte (1), dirigé du nord-ouest au sud-est, et semblant correspondre à cette donnée de Diodore.

Mais la solution du problème fut plus généralement cherchée d'un autre côté. Séti (père de Ramsès II, le grand Sésostris) vers — 1480, Nécos lui-même (— 670), et après eux Darius (— 500), Ptolémée (— 300), Hadrien (+ 117) et Amrou (+ 660) entreprirent de relier le Nil, dérivé entre *Bubastis* (Zagazig ou Tel-Basta) et *Héliopolis* ou Le Caire, aux bassins des Lacs Amers, en passant par la vallée de l'Ouady actuel et en suivant plus ou moins le tracé du canal d'eau douce exécuté par la Compagnie du canal de Suez.

---

(1) D'après M. Linant de Bellefonds, il y avait à la traversée de ce faîte une tranchée de 14 mètres de profondeur.

Digitized by Google

Pline et Strabon disent que le canal de Sésostris allait de la branche pélusiaque du Nil, de Bubaste au fond du *golfe Héroopolite;* à cette époque, le fond du golfe et le débouché du canal de Sésostris devaient atteindre au lac Timsah, au nord du seuil du Sérapeum : le soulèvement général qui a modifié si complétement les reliefs du rivage de la Mer Rouge, et qui a refoulé cette mer en séparant d'elle successivement plus tard, le lac Timsah d'abord, puis les bassins des Lacs Amers par l'émergence du seuil du Sérapeum et de la barre de Chalouf, ce soulèvement, qu'on peut suivre et reconnaître aux laisses de coquilles marines aujourd'hui relevées bien au-dessus des plus hautes marées, n'avait pas atteint alors l'amplitude que nous constatons; aux temps de Nécos et de Darius, ce mouvement devait pourtant s'accuser déjà, car Darius et Ptolémée rencontrèrent devant eux l'obstacle du Sérapeum à franchir. Ces retraites successives du fond de la Mer Rouge ont jeté une grande confusion dans les textes des historiens anciens, qui, ne s'expliquant pas ces variations et ces phénomènes, ont cherché à accommoder l'histoire du canal à la situation visible de leur temps.

Pline, Hérodote et Strabon déclarent que, avant Darius, Nécos avait creusé ou recreusé un canal de Bubaste au Sérapeum ou aux Lacs Amers; cet ouvrage se confondait probablement avec le canal de Sésostris.

D'après les mêmes auteurs, Darius, vers —500, reprit ce canal et le creusa à nouveau, soit qu'il fût ensablé, soit que le soulèvement dont nous avons parlé, en eût rendu l'accès difficile du côté de la mer. Le seuil du Sérapeum devait émerger à cette époque, car Strabon déclare que Darius ne voulut pas se résoudre à continuer le canal au-delà, craignant l'invasion du Nil et la submersion de l'Égypte par les eaux de la Mer Rouge; Pline dit que ces eaux s'élevaient (dans les grandes marées, sans doute) à trois coudées ($1^m,60$ à $1^m,70$) au-dessus du niveau des terres. Strabon déclarait cette crainte complétement vaine; il est vrai que, de son temps, après l'achèvement du canal et la coupure faite par Ptolémée, on avait pu reconnaître l'erreur *de visu*. Il est curieux de retrouver cette croyance erronée à la surélévation des eaux de la Mer Rouge ressuscitée par le Moyen-

Digitized by Google

Age, confirmée par de faux nivellements exécutés pendant l'expédition d'Égypte (1), et persistant jusqu'à l'éclatant démenti qu'elle a reçu, dans ces dernières années, du premier nivellement de M. Bourdaloüe.

De Darius à Ptolémée, les marchandises amenées par le canal durent transborder au Sérapeum, et s'embarquer sur les Lacs Amers pour gagner la Mer Rouge, en passant sur la barre, non sans doute encore émergée, de Chalouf.

La prospérité commerciale de l'Égypte s'accroissant chaque jour, et les exigences du transit augmentant avec elle, il fallut songer à améliorer le canal de Darius, à supprimer le transbordement du Sérapeum, en coupant l'isthme, comme dit Strabon. Ptolémée Philadelphe, vers — 300, fit recreuser et élargir l'ancien canal, le prolongea au-delà du barrage du Sérapeum, et l'amena dans les Lacs Amers, en le terminant par ce que Diodore et Strabon appellent une *euripe fermée*. On dut améliorer également la barre de Chalouf, en dérasant sa crête, car on considéra le canal comme se prolongeant alors jusqu'à Arsinoë, dans le voisinage de Suez.

Il est assez difficile d'expliquer exactement l'office et le fonctionnement de cette porte de Ptolémée : fut-elle destinée, comme porte d'ébe, à racheter une partie de la différence de niveau entre la mer et la prise d'eau au Nil à une cote relativement bien plus élevée, à retenir les eaux et à diminuer le courant? Le canal d'eau douce actuel, qui a emprunté sur certains points l'ancien canal de Darius, présente une chute de 3 mètres à son débouché dans la mer Rouge; mais il s'est produit sur toute cette zone un mouvement de soulèvement général qui ne permet pas de comparer les deux situations.

Peut-être, en vertu de l'erreur accréditée au temps de Ptolémée, cette porte dut-elle agir comme porte de flot pour arrêter les marées de la Mer Rouge et empêcher leur propagation dans le canal. De nos jours, on avait aussi redouté un moment l'invasion de ces grandes marées, pouvant parcourir le canal avec

(1) Lepère avait trouvé une différence de 7 mètres entre les niveaux des deux mers.

Digitized by Google

des vitesses de 2 mètres, et l'on avait proposé la construction d'une écluse au seuil de Chalouf ; cette précaution a été reconnue inutile : les plus hautes marées, de 1^{m},50, de la Mer Rouge, se font à peine sentir à l'entrée des Lacs Amers.

Au dire de Strabon, le canal avait à son débouché une largeur de 100 coudées (57 mètres environ) ; il avait de 90 à 95 kilomètres de Bubastis au *lac Héroopolite* (Lacs Amers). Pline dit de son côté que Ptolémée l'avait fait recreuser à 200 pieds (59 mètres) de largeur, à 30 et même 40 pieds (9 et 12 mètres) de profondeur, et sur 37,500 pas (55^{k},500) de longueur. Hérodote rapporte que le canal de Darius était également assez large pour que deux trirèmes pussent se croiser en ramant.

Soit que la navigation du fond de la Mer Rouge, le passage de la barre de Chalouf ou l'entrée du canal ne fût pas facile, soit qu'il redoutât des interruptions ou l'atterrissement du canal par les eaux limoneuses du Nil, Ptolémée créa lui-même, au rapport de Strabon et de Pline, deux voies de transit par terre, ayant pour origine, l'une Bérénice, l'autre Myos-Hormos sur la Mer Rouge, et aboutissant toutes deux, à sept jours de marche pour les caravanes, d'après Strabon, à Coptos sur le Nil, pour descendre ensuite à Alexandrie. Cette voie de terre fut la seule praticable, quand la barre de Chalouf, émergeant de plus en plus, fut devenue un seuil séparant complétement le lac Héroopolite (Lacs Amers) de la mer Rouge.

La formation de cette barre ne peut être attribuée à des atterrissements, puisqu'on ne trouve aucun fleuve déversant ses eaux dans cette partie de la Mer Rouge ; il faut la rapporter, comme nous l'avons dit en parlant d'autres oscillations du sol terrestre, à un soulèvement insensible, dont l'amplitude est marquée par des laisses de coquilles marines sur les rives et le littoral voisins, et qui, après s'être continué jusqu'à une époque récente et avoir relevé le seuil de Chalouf de 6 mètres au-dessus du niveau de la mer, semble terminé aujourd'hui et céder la place à un mouvement inverse d'affaissement (1), comme on l'a

(1) Des cavernes sépulcrales, évidemment creusées à l'origine au-dessus du niveau des eaux, et à moitié submergées aujourd'hui, marquent bien ce mouvement d'affaissement du littoral de la mer Rouge.

Digitized by Google

remarqué ailleurs, en Palestine et sur les côtes de l'Archipel.

Fermé par le seuil de Chalouf ou bien atterri par les alluvions du Nil, faute sans doute d'entretien courant pendant des siècles, le canal de Ptolémée devait être impraticable aux grands navires vers la fin de l'ère profane, puisque Cléopâtre dut faire transporter les siens par terre du Nil à la Mer Rouge, et que, au temps de Strabon, les marchandises venant de l'Inde empruntaient exclusivement la voie des caravanes, de Myos-Hormos à Coptos, où elles s'embarquaient pour Alexandrie ; celles qui venaient de l'Arabie arrivaient par Leuce-Come, Pétra, Rhinocolura, ou par la Phénicie, plutôt que par le Golfe Persique et la Mer Rouge.

Plutarque dit que la communication fut rétablie sous la domination romaine ; Trajan entreprit le curage et le recreusement des canaux de l'Egypte ; il ne put oublier le canal de Ptolémée ; Macrizi dit en effet que ce travail, commencé par Trajan, fut terminé par Hadrien en + 117 ; sous le nom de *Trajanus Amnis*, on fit partir la dérivation des environs du Caire actuel, on la conduisit jusqu'à Bulbeïs, où l'on rencontrait le canal de Darius et de Ptolémée. A l'autre extrémité, on assura la communication entre les Lacs Amers et la Mer Rouge par la coupure du seuil de Chalouf, car Lucien, qui exerça une fonction publique en Egypte en + 160, dit positivement que, de son temps, on pouvait aller en bateau d'Alexandrie à *Clysma* (sur la Mer Rouge, entre le plateau de Chalouf et Suez) ; le canal, mieux entretenu peut-être, semble avoir mieux résisté cette fois aux atterrissements, car saint Grégoire de Tours, au retour d'un pèlerinage, le déclare encore navigable en l'an 500.

Il dut pourtant être remis encore en état jusqu'à Kolzoum ou Suez par Amrou, sous le calife Omar, vers 660. Le calife Al-Mansour le fit fermer en 775 pour mettre un terme aux incursions des Egyptiens.

M. Linant de Bellefonds a retrouvé les restes de ces canaux de Sésostris, de Nécos, de Darius, de Ptolémée, d'Hadrien et des Arabes sur divers points : à Abou-Ahmed, à Tell-Retabi, à Tell-Abou-Soliman, à Gawarni, à Ras-El-Ouady, à Chek-Selim, à Abou-Khcheb, à Mahfar, à Saba-Biars, à Chek-Ennedek. Ce canal avait 80 mètres de largeur ; il était souvent bien tracé et

Digitized by Google

bien aligné ; on le retrouve sur 6 kilomètres à Chek-Ennedek, avec des restes de murs de soutènement en briques sur une certaine longueur. Sa largeur diminuait et se réduisait à 30 mètres, surtout en se rapprochant du Sérapeum. Sur le plateau de Chalouf, vers Suez, on peut suivre sur 4 kilomètres les traces d'un autre canal, plus petit et évidemment créé à une autre époque, postérieurement au grand canal de la vallée de l'Ouady ; cette dernière partie serait due à Hadrien ou à Amrou.

Ce grand ouvrage ne semble donc avoir fonctionné que d'une façon intermittente, soit que l'entrée vers la Mer Rouge ait été à diverses reprises fermée par des mouvements géologiques, soit que la cuvette devînt périodiquement impraticable à la suite d'ensablements provoqués par les eaux limoneuses du Nil : pour chacune des restaurations précédentes, les auteurs anciens parlent presque toujours du recreusement du canal ; à cette époque, du reste, la nécessité et les avantages d'un entretien courant, mal servi d'ailleurs par un outillage primitif et dépourvu de nos puissants moyens de dragage, n'étaient pas encore apparus ; les apports du Nil, aidés par un certain contingent de sables du désert, parvinrent donc à anéantir par six fois l'œuvre de cinq grandes générations anciennes, d'Égyptiens, de Perses, de Grecs, de Romains et d'Arabes.

Sans nous laisser décourager par ces graves précédents, nous avons entrepris et terminé en neuf années une œuvre deux ou trois fois plus considérable que la tâche antique. Quand le canal des Pharaons mesurait en moyenne 50 mètres de largeur à la ligne d'eau, 3 mètres de tirant d'eau, 6 à 7 mètres de profondeur de déblai, 96 kilomètres de longueur, et 30 millions de mètres cubes de déblai, le canal moderne présente une longueur de 160 kilomètres, une largeur de 40 mètres au plafond, de 100 mètres au plan d'eau, un tirant d'eau de 7 à 8 mètres, et un mouvement de 74 millions de mètres cubes de terres ! En l'isolant aussi complétement que possible des eaux et des apports du Nil, nous lui avons donné des garanties de sécurité et de conservation que ses aînés n'ont jamais connues.

Mesurant avec son génie l'avenir commercial réservé à l'Egypte, Alexandre avait rêvé, pour l'intérêt de ce pays et pour sa

Digitized by Google

propre gloire, de reprendre, en la complétant, l'œuvre de Sésostris et de Darius : il voulait rouvrir le canal, lui faire deux entrées faciles et sûres, l'une sur la Méditerranée, l'autre sur la Mer Rouge, et signer cette œuvre immortelle en donnant son nom à une ville qui devînt l'entrepôt de trois mondes, et fût digne de ce rôle et digne de son créateur. Reconnaissant les dangers qui menaçaient la situation de toutes les villes voisines du Nil, il chercha lui-même, en parcourant les branches du fleuve, une position qui fût à l'abri de ces atteintes, et crut l'avoir trouvée, en — 331, en marquant l'emplacement de la future Alexandrie, à 13 milles à l'ouest de la branche canopique, la moins importante alors, entre l'île de Pharos et le lac Maréotis, et sous la protection du cap Lochias. La mort ne lui laissa pas le temps d'exécuter son vaste projet, qui échut en partage à Ptolémée, avec cette partie de l'empire.

Ptolémée fit relier Alexandrie à la branche canopique par un canal latéral, tournant l'embouchure, et tracé sur les bords du lac Maréotis, mis en communication lui-même avec les ports extérieurs d'Alexandrie ; ce canal amenait l'eau douce à la ville, et envoyait un embranchement à El-Naḥou (*Schedia*), point important où le Nil se traversait sur un pont de bateaux.

Pendant que Péluse, Rosette et Damiette ont successivement vu leurs ports comblés par les alluvions du Nil, l'expérience de plus de vingt siècles a consacré le choix habile fait par le coup d'œil d'Alexandre; sous l'action dominante des vents d'ouest, les apports cheminent particulièrement vers l'est pendant quatre-vingt-douze jours par an, tandis que les vents d'est ne les ramènent sur Alexandrie que pendant cinquante-sept jours; les vents du sud les poussent au large pendant quarante-un jours, et les vents du nord les refoulent dans les embouchures et sur les côtes à peu de distance pendant cent soixante-douze jours. Il a fallu vingt siècles, et une évolution du fleuve, qui a ramené ses eaux vers les branches de l'ouest en délaissant celles de l'est, pour compromettre l'heureuse situation d'Alexandrie ; ce n'est qu'après cette longue période que le cap Lochias a été rongé par les coups de mer du nord-ouest, le port de l'est partiellement comblé, la jetée artificielle de l'Heptastade atterrie vers l'est; les alluvions commencent aujourd'hui seulement à

Digitized by Google

tourner l'île de Pharos, et les passes du port de l'ouest, devenu le port moderne, exigent, pour être maintenues praticables, des curages fréquents.

Le canal qui reliait Alexandrie au Nil dut se combler, comme celui de Ptolémée, par les apports du fleuve; pour assurer ces communications si importantes avec la moyenne et la haute Égypte, et les transports de grains indispensables à la vie de Rome, Trajan entreprit des travaux de curage, qui furent probablement des travaux de creusement nouveau, après un manque d'entretien de plusieurs siècles; ces travaux furent terminés par Hadrien, vers 130.

Ce canal a disparu avec la partie basse de la branche canopique; on l'a remplacé dans notre siècle par le canal Mahmoudieh, qui relie Alexandrie à la branche de Rosette, près d'Atfeh ou Fouah, canal qui maintient à cet ancien port l'entrepôt des produits de la haute Égypte.

C'est donc encore par un canal latéral qu'on a résolu pour le Nil le problème du passage des embouchures, accès difficile, non point parce que les bouches manquent toujours de profondeur, mais parce qu'elles sont fréquemment bouleversées par les vents du nord, qui les enfilent, remontent les crêtes des *barres* et les transportent très-haut dans le fleuve; de plus, la côte est très-mauvaise par certains vents; tous ces dangers rendent l'entrée du fleuve souvent très-difficile, et les barres fréquemment infranchissables.

Nous avons signalé précédemment l'influence du limonage et du colmatage des terres, pratiqués en Égypte, et la diminution des apports charriés à la mer, qui en est la conséquence. Strabon nous a fourni des renseignements précieux sur la production agricole de l'Égypte, qui se liait si intimement à la prospérité de Rome. De tout temps, le Nil a servi à l'inondation et à l'engrais des terres (1); suivant l'étendue plus ou moins grande du péri-

(1) « *Nilus in æstate crescit, campisque redundat,*
« *Unicus in terris Ægypti totius amnis.* »

LUCRÈCE.

Digitized by Google

mètre d'inondation, il y avait abondance ou disette dans la récolte : le Nil s'élevant à 14 coudées de hauteur, la récolte atteignait son maximum ; s'il restait à 8 coudées et au-dessous, on ressentait la famine (1). Pour étendre la surface inondable, il existait déjà un certain nombre de canaux au temps de Strabon ; on fit un réseau plus considérable pour porter les eaux des crues sur les points les plus éloignés ; le canal de transit dut servir également à cette distribution ; on obtint alors l'abondance maxima avec 12 coudées de hauteur, et la disette ne survint plus à 8 coudées seulement. Après l'écoulement des eaux, au printemps, on labourait et on semait ; les canaux servaient ensuite à l'enlèvement des récoltes et à leur transport aux lieux d'exportation. On a retrouvé deux nilomètres avec leur ancienne graduation en *coudées*, l'un à Eléphantine, sur lequel les longueurs de coudée sont inégales entre elles et donnent en moyenne $0^m,570$, l'autre à Roudah, où elles sont encore inégales et de $0^m,543$ en moyenne seulement.

CANALISATION ET ENDIGUEMENT.

Pour ouvrir les embouchures des fleuves *barrés*, et obtenir un passage sûr, facile et permanent, des expériences récentes, faites parallèlement aux bouches du Rhône entre les deux systèmes proposés, la canalisation et le resserrement ou endiguement, condamnent ce dernier système, comme l'ont condamné les essais entrepris sur le Tibre et le Danube (2); les Romains auraient trouvé la vraie solution, complète, durable et efficace, s'ils avaient su toujours commander leurs prises d'eau par des

(1) Pline donne des chiffres différents : le maximum de récolte à 16 et 18 coudées, la famine à 12 ; le maximum des crues était 18 coudées, le minimum 5.

(2) Le resserrement a réussi d'abord sur l'Oder, dont les eaux sont purifiées et éclaircies par le passage à travers un *haff*. On put porter à 24 pieds la profondeur primitive de 7 à 18 pieds ; l'amélioration se maintint pendant trente-trois ans, puis disparut. On a eu moins de succès encore sur la Vistule, et l'on a dû faire un canal éclusé, qui a parfaitement réussi.

Digitized by Google

fermetures solides et sûres; avec cette adjonction, avec des points d'accession en rivière et de descente en mer soigneusement choisis, nous avons supprimé les dernières causes d'insuccès qu'ait rencontrées la solution antique : les canaux latéraux de la Hollande, de la Vistule, de l'Èbre, du Rhône n'ont pas laissé de place au moindre mécompte.

M. Surell, qui proposait, sans aucun parti pris, l'un ou l'autre système pour les embouchures du Rhône, comparait les deux solutions; il ne se dissimulait pas que l'une ne promettait qu'un approfondissement incertain, tandis que l'autre donnerait exactement ce qu'on lui demanderait : un canal éclusé supprime toutes les difficultés d'entrée en rivière en suivant une passe plus ou moins étroite et incertaine, au milieu de brisants, en luttant contre des vents et des courants contraires; il n'a que le défaut de représenter une dépense sensiblement plus forte; mais c'est l'unique solution qu'on puisse proposer et recommander à l'avenir, si l'on tient compte des enseignements de ces dernières années; on pourra la rendre plus pratique encore, en déterminant bien exactement le point de rencontre des deux navigations maritime et fluviale; on pourra supprimer ainsi, parfois, de gigantesques écluses maritimes, les remplacer par de simples écluses fluviales et réaliser des économies notables qui permettent de généraliser cette solution et de l'étendre à beaucoup de cas.

Les dépenses d'entretien des canaux sont faibles et limitées à des travaux de dragage, réduits à un minimum que nos appareils actuels se font un jeu d'exécuter. Il est nécessaire, toutefois, de placer les écluses le plus possible en rivière, et de faire mouiller les portes d'amont par le courant, dans les rivières limoneuses, pour supprimer les envasements qui, sans présenter d'embarras très-graves au point de vue des masses à enlever, peuvent cependant, après une grande crue, gêner la manœuvre d'une porte et le passage à une heure donnée.

Digitized by Google

§ 3 — CANAUX DE DESSÉCHEMENT ET D'IRRIGATION.

1° DESSÉCHEMENTS.

Les Étrusques, qui tenaient de l'Orient un grand nombre d'arts, enseignèrent encore l'hydraulique aux Romains; ils avaient sillonné leur sol de conduits souterrains, d'une sorte de drainage, que les travaux de chemin de fer ont mis au jour dans leur ancienne patrie et près de leurs vieilles cités de *Tarquinies*, *Vulci*, *Cosa*, *Vulsinies*, *Clusium*, *Cortone*, *Faléries*, *Fiésoles*, *Volaterræ*, *Arretium*, *Perusia*, etc.

Ils savaient assécher ou dessécher les marais, les lagunes et les lacs, par des canaux de dérivation ou des émissaires souterrains avec galeries voûtées; c'est ainsi qu'ils firent les premiers la *Cloaca Maxima*, sous Tarquin, pour assainir le fond bas du *Velabrum;* l'émissaire du lac d'Albano, qu'on peut admirer encore, est une de leurs œuvres. Ils surent aussi, paraît-il, utiliser les limons pour le colmatage des terres, et furent les meilleurs agriculteurs de leur temps.

DESSÉCHEMENT DES MARAIS DU PÔ.

Dans les vallées très-larges, comme celle du Pô, les eaux, dans les crues, recouvrent de grandes surfaces, sur lesquelles elles se meuvent avec une vitesse ralentie, favorable au dépôt des limons; comme nous l'avons expliqué, les rives du fleuve s'exhaussent en bourrelets longitudinaux dont les contre-pentes inverses, en rencontrant les inclinaisons de la vallée principale, isolent sur leurs ailes deux thalwegs secondaires, à peu près parallèles au thalweg primordial; ces deux thalwegs, dans les vallées à faible pente, sont généralement occupés par une série d'étangs ou de marais.

Ces faits se présentent dans la vallée inférieure du Rhône, et plus encore, sur un long parcours, dans les vallées du Pô et de l'Adige, de Parme d'une part, et de Mantoue de l'autre, à

Digitized by Google

l'Adriatique. Cette situation n'est pas récente, puisque Strabon signalait déjà, au commencement de notre ère, l'existence de marais très-étendus autour de Padoue, d'Altinum, de Ravenne, de Parme et de Plaisance.

Les Romains voulurent conquérir ces grandes surfaces à l'agriculture et entreprirent, dans ce but, plusieurs systèmes de canaux.

Les marais entre Parme, Plaisance et Ferrare furent desséchés, au dire de Strabon, par des canaux navigables exécutés, en — 110, par M. Æmilius Scaurus.

Les canaux qui relièrent au Pô Bologne et Modène, eurent aussi, très-probablement, la mission de conduire au fleuve les eaux stagnantes des marais ; les berges du Pô et son plan d'eau étaient probablement alors beaucoup moins surélevés que de nos jours, et, du reste, pour empêcher l'invasion de ces canaux par les crues, on aurait pu disposer dans ce sens les portes de garde placées, comme nous l'avons vu, aux débouchés de ces canaux dans le fleuve.

On attribue aux Étrusques les essais de desséchement des marais insalubres situés entre Ravenne et Venise, sur 120 kilomètres de longueur, et divisés en sept étangs intérieurs. Nous n'avons pas toutefois de données sur ces travaux ; on nous a transmis seulement le nom de deux canaux ou *fossæ :* la fosse *Claudia* et la fosse *Philistina*. La première desséchait spécialement la Polésine actuelle (pays de Rovigo) et débouchait dans l'Adige. On dut chercher alors des écoulements directs et le plus courts possible vers la mer, comme par ce canal de Padoue qui était tracé, d'après Strabon, à travers les marais, sur une longueur de 250 stades (43 kilomètres), et permettait aux bateaux d'accéder de la mer à cette ville.

A la suite de ces travaux, d'excellents terrains furent livrés à la culture ; mais, comme à l'ordinaire, faute d'entretien, les canaux s'obstruèrent, les eaux remplirent de nouveau les bas-fonds, et ces terres, sauf la Polésine, au X. siècle, étaient redevenues inaccessibles. On a dû recommencer le réseau complet des canaux de la Lombardie et de la Vénétie, à l'origine des Temps modernes. Au XIVe siècle, ces contrées, de nouveau desséchées et arrosées par l'admirable réseau des canaux

Digitized by Google

actuels, créés de 1382 à 1468, à l'instigation des moines bernardins de Chiaravalle, et surtout au XVe siècle par l'impulsion puissante de François Ier Sforza, duc de Milan, retrouvèrent leur ancienne fertilité. La Vénétie est restée seule abandonnée et malsaine ; le Padouan a recouvré sa prospérité d'autrefois ; quant à la Polésine, elle est demeurée desséchée et cultivée sans interruption depuis plus de vingt siècles.

Dans l'ancienne Gaule cispadane, on a, dans les Temps modernes, conquis à l'agriculture la contrée de Modène, laissée autrefois marécageuse et inculte ; la Romagne, le Ferrarais et le Bolonais ont vu revenir à eux une fécondité pour le moins égale à celle que célébraient Columelle et Varron.

MAREMMES ET MARAIS PONTINS.

Ce qui préoccupa déjà vivement les Romains, à vingt siècles en arrière, ce fut l'assainissement des immenses surfaces situées aux portes de Rome et occupées par la *Maremma*.

L'*Ager Romanus*, qui correspondait à ce que nous appelons aujourd'hui la Campagne de Rome, comprenait : l'*Ager* proprement dit, le *Latium*, la *Sabine* et la *Maremme* ou partie maritime ; il s'étendait sur une surface d'environ 200,000 hectares, limitée par la mer, les Apennins, le Ronciglione et Terracine.

Au temps de Pline, cette contrée était beaucoup moins désolée qu'aujourd'hui ; on comptait sur ce territoire cinquante-deux villes importantes, et l'on y admirait de riches cultures et de riants paysages. Avec la décadence de l'agriculture et des mœurs romaines, par la formation de la grande propriété, ce vaste territoire, mal soigné, abandonné, devint le désert actuel.

La partie basse ou maritime est occupée aujourd'hui par une longue suite de marais qui s'étendent, presque sans interruption, de Livourne à Terracine, et même de Piétrasanta à Viareggio ; la partie de ce littoral appartenant à la Toscane, sur une longueur de 175 kilomètres, limitée au sud par la Fiora, est la

Digitized by Google

Maremma toscana ou *Maremmes ;* au sud de la Fiora, limités par le Mont-Circello, s'étendent les *Marais Pontins.*

1° *Maremmes.* — Sous la domination romaine, on trouvait dans cette zone des villes très-florissantes, comme *Saturnia, Populonia, Ancedonia, Ruscellæ, Volaterra, Follonica,* Grosseto, Orbetello, etc. Pline le Jeune parle bien déjà de l'insalubrité des côtes de l'Etrurie ; toutefois, pour cette partie, la situation ne s'est aggravée que plus tard, surtout à partir du XVI° siècle, lorsque les cordons littoraux sont venus barrer plus complétement l'écoulement des eaux.

Le sol est constitué par une argile bleuâtre, noircie par des émanations sulfureuses ; les eaux qui arrivent du nord-ouest, ne trouvant pas d'issue, restent stagnantes, et, par leur évaporation, donnent naissance à des miasmes dangereux.

L'archiduc Pierre Léopold a entrepris des colmatages et des desséchements des *baisses*, qui ont assez bien réussi ; mais il reste encore beaucoup à faire. La terre n'est pas infertile : elle produit même rapidement de bonnes céréales, qu'on peut enlever avant la saison pernicieuse ; le reste du sol est laissé en pâturages, qu'on livre pendant l'hiver aux troupeaux descendus des hauteurs de l'Apennin.

2° *Marais Pontins.* — La partie de l'ancienne *Maremma,* désignée aujourd'hui sous le nom de *Marais Pontins,* s'étend sur près de 42 kilomètres de longueur, de Porto-d'Anzio à Terracine, sur une profondeur qui atteint parfois 18 kilomètres. Cette partie compromet particulièrement la salubrité de Rome par les émanations paludéennes de ses eaux stagnantes ; sous l'influence des vents du sud, aux époques du solstice, la *mal'aria* ou l'*aria cattiva* de nos jours se fait sentir et engendre des fièvres pernicieuses ; c'est par cette cause funeste que la population de Rome n'augmente pas, et présente annuellement un excédant de 1,000 décès sur les naissances.

Cette situation n'est pas nouvelle ; elle était meilleure sans doute dans les premiers temps de Rome, alors que dans cette région les Volsques avaient fondé vingt-six villes importantes et créé un *grenier des Romains :* on y voyait des villas et de

Digitized by Google

riches campagnes ; il n'y avait alors, au dire de Pline, qu'un lac et un marais de peu d'étendue, appelé *Pontia*, qui a donné son nom à la terre pontine. Toutefois la fièvre due à ce voisinage insalubre était connue à Rome dès le règne de Numa ; elle sévissait dans les rues étroites de la capitale, Cicéron le proclame dans ses discours publics ; Vitruve, Sénèque et Silius Italicus déclarent formellement le séjour de Rome malsain (1). L'insalubrité du littoral avait même empiré assez rapidement, puisqu'un premier travail d'assainissement fut entrepris vers — 300.

Il est intéressant de suivre les transformations de cette côte, pour arriver à sa constitution actuelle. Vers — 600, la mer battait le pied des rochers de Sonnino et de Sezza. Mais, comme nous l'avons vu, sous l'influence dominante des vents du nord-ouest, les alluvions des fleuves de la côte occidentale italienne se rangent particulièrement du nord au sud ; en tenant compte de cette tendance générale de la mer à régulariser ses rives entre les saillies de son rivage, on comprend que l'île primitivement isolée du Mont Circé, offrant un point d'appui ou d'arrêt à ces apports, ait été reliée à la terre, d'abord par une ligne de hauts-fonds, devenue, en émergeant, un cordon littoral dans le sens du nord au sud ; ce cordon vint à former ainsi, en se couvrant de larges dunes (2), un golfe entre la terre et lui, golfe qui dériva d'abord les eaux des torrents des Monts Lepini, dans la direction du nord-est au sud-ouest, vers le golfe de Gaëte actuel. Puis ce golfe fut atterri et remblayé peu à peu par les apports continus de ses tributaires ; il se barra, devint une lagune, puis un delta, avec un marais et un lac occupant les fonds de la cuvette ; les Volsques s'établirent sur ces terrains d'alluvions fertiles et en tirèrent de riches produits, mais l'écoulement naturel

---

(1) « *Et quos pestifera Pomptini uligine campi*
« *Qua Saturæ nebulosa palus restagnat, et atro*
« *Liventes cœno per squalida turbidus arva*
« *Cogit aquas Ufens atque inficit æquora limo.* »

SILIUS ITALICUS.

(2) Le bassin des marais Pontins est encore aujourd'hui plus solidement fermé par des lignes de dunes épaisses couvertes de forêts (*macchie*) qui vont de Cisterno au cap Circello.

Digitized by Google

des eaux de ce bassin fut bientôt compromis, vers sa nouvelle embouchure, par la formation naturelle d'un cordon littoral le long du golfe de Gaëte, du Mont Circello au dernier contrefort des Monts Lepini ; des lignes de dunes vinrent encore le renforcer et rétrécir de plus en plus le débouché des eaux, qui durent rester à la surface du bassin, submergeant les parties basses et transformant en marais les parties moyennes.

La situation n'était pas encore très-grave en — 442, puisque, malgré les répugnances que les Romains ont toujours éprouvées à traverser les vallées humides ou marécageuses, Appius, sans inquiétude et sans défiance, engagea en ligne droite sa grande voie au milieu de ces terrains, n'infléchissant son tracé qu'au pied du rocher de Ferronia, où se rencontrait un marais. Pourtant, cent quarante ans plus tard, au dire de Tite-Live, le consul Cornelius Céthégus dut entreprendre déjà des travaux de desséchement, qui réussirent assez bien ; les terres fertiles qu'on débarrassa des eaux qui les couvraient, furent très-recherchées, donnaient jusqu'à quatre récoltes, et le partage en fut demandé ; le curage des canaux fut alors pratiqué avec soin. Malheureusement une longue série de guerres extérieures contre Carthage, dans les Gaules, en Macédoine, en Asie, contre les Cimbres, et de guerres intérieures, servile, sociale et civile, détournèrent l'attention des travaux publics ; l'entretien et le curage des canaux ayant été négligés et abandonnés, les terres furent de nouveau submergées. Quand César fut investi de la dictature, il dut songer à apporter un remède puissant à la situation redevenue très-grave ; il fit faire des projets très-vastes pour le desséchement complet de cette zone, mais la mort l'empêcha de les exécuter.

Auguste les reprit et fit ouvrir, le long de la voie Appienne, un grand canal ou *fosse* qui porta son nom, qui servit à la fois de canal de desséchement et de navigation, et dont on retrouve des vestiges. Horace en parle dans sa V^e^ satire : une partie du chemin de Rome à Pouzzoles se faisait la nuit par ce canal, sur des bateaux traînés par des mules ; le jour, on reprenait la voie Appienne, à ce que disent Horace et Strabon.

Ces travaux de desséchement eurent une action assez efficace et suffisamment durable, puisque les Romains, au commence-

Digitized by Google

ment de l'Empire, se portaient volontiers dans cette région et y construisaient de nombreuses villas.

Pourtant, moins d'un siècle plus tard, Nerva et Trajan furent obligés de faire exhausser le niveau de la voie Appienne; les remblais s'enfonçaient-ils dans des terres plus détrempées, ou les alluvions et les eaux gagnaient-elles le niveau de la plate-forme? Rien ne nous éclaire sur ce point; on retrouve toutefois les traces visibles de ces rechargements successifs à la traversée de la Schiazza. On fit aussi dans les marais un grand nombre de ponts et ponceaux sous cette voie, pour assurer le libre écoulement des eaux; on retrouve quelques-uns de ces ouvrages qui ont jusqu'à $8^m,50$ d'ouverture, des voûtes de $1^m,20$ d'épaisseur extradossées parallèlement et leurs murs de tête en grand appareil (pl. III, fig. 12).

Trajan ne s'occupa guère de la question principale du desséchement; les émissaires d'Auguste fonctionnaient encore, d'autant plus qu'on appliquait exactement, au rapport d'Aulu-Gelle, les dispositions d'un édit qui obligeait à curer les canaux tous les ans. Cette situation se maintint de la sorte encore longtemps; mais, en 287, elle se retrouvait très-mauvaise; on ne fit rien cependant jusqu'à Théodoric, vers 530; ce dernier conféra au patrice Décius la propriété du sol à charge de le dessécher; les travaux entrepris par lui vers la fin du VIe siècle et terminés au commencement du VIIe, eurent un plein succès.

Comme on n'a pas de données exactes sur les travaux qui furent exécutés aux diverses époques du Moyen-Age, on ne sait à qui rapporter certains ouvrages dont on retrouve les vestiges, comme un grand canal qui court le long de la côte occidentale, entre les lacs Monaci, Caprolaccia et Paola, passe au pied du Mont Circello et débouche près de Terracine, ou comme la tranchée de Gorgo-Leccino, et le Rio-Martino.

On entreprit de nouveaux travaux sous les papes Léon X, Sixte-Quint et Innocent XII; ils firent l'émissaire général et le canal d'enceinte qui porte le nom de *Fiume-Sisto;* mais l'œuvre la plus complète dans son ensemble était réservée au pape Pie VI, qui dépensa 9 millions, de 1779 à 1796, restaura la voie Appienne, refit le canal d'Auguste et l'émissaire qui le borde et porte son nom, la *Linea-Pia*, etc.

Digitized by Google

Ces importants travaux n'avaient pas encore réussi à supprimer l'insalubrité des marais et les exhalaisons funestes qui arrivaient jusqu'à Rome pendant l'été. Pie VII, en 1801, s'en préoccupa vivement et ordonna des travaux complémentaires, qui furent arrêtés par le manque de fonds. Plus tard, le gouvernement de Napoléon voulut à son tour mettre la main à cette œuvre gigantesque et la confia à un ingénieur digne d'elle, à Prony; malheureusement, la chute de l'Empire empêcha l'exécution du beau projet que ce dernier avait étudié et conçu; il nous en est resté tout au moins le plus savant ouvrage qui ait été fait sur cette matière.

Par une analyse attentive, Prony avait reconnu les fautes commises dans les projets antérieurs, même par le meilleur de tous, celui de Gaëtano Rapini, en 1777; le problème était particulièrement difficile dans ces terrains à très-faible pente, presque horizontaux; il fallait se débarrasser des eaux torrentielles ou pérennes et des eaux zénithales. Les premières, représentant un volume de 2,269 millions de mètres cubes, sont déversées par un grand nombre de torrents descendant des Monts Lepini; les principaux sont l'Amazeno, l'Uffente, la Scaravazza, la Cavata, la Cavatelia, la Sermonetta, la Tepia et la Ninfa. Les eaux zénithales et les sources du fond fournissent, dans le bassin des marais, un supplément de 86 millions de mètres cubes. Cette masse d'eau totale reste en l'état, d'octobre à mars, recouvrant les fonds jusqu'à 2 mètres de hauteur.

Le projet de 1777 envoyait une trop grande partie des eaux torrentielles, souvent bourbeuses, dans l'émissaire principal, qui s'obstruait et ne pouvait plus les débiter; il aurait fallu organiser un double système de canaux, débarrasser, tout d'abord, le bassin des eaux étrangères par des canaux de ceinture à grandes pentes, les recueillant et les dérivant directement à la mer, entre des digues assez hautes pour empêcher leur débordement dans le bassin inférieur; on pouvait, toutefois, se réserver de prendre une partie de ces eaux pour arroser les terres desséchées; puis, on devait évacuer les eaux zénithales des marais par un canal central dirigé suivant l'axe principal d'écoulement, empruntant au besoin, en été, aux canaux de ceinture, un certain volume d'eaux claires supplémentaires pour faire des

Digitized by Google

chasses dans sa cuvette, et maintenir une vitesse suffisante pour balayer les atterrissements et n'avoir pas d'eaux croupissantes ; à ce grand émissaire devaient se raccorder, sous de très-petits angles, des fossés auxiliaires d'écoulement, puis un réseau secondaire allant chercher partout les eaux, les amenant aux émissaires auxiliaires par les lignes de plus grande pente, en évitant toujours les remous aux débouchés.

Par la suite, on pouvait songer, par le colmatage, à combler les baisses, à exhausser le sol, à effacer les dénivellations, en réservant un bon système d'écoulement pour les eaux clarifiées ; on aurait pu retrouver là un succès pareil à ceux qu'ont obtenus les Italiens, fort habiles dans l'art des *colmates*, au val de Chiana, de Nivéole, dans les plaines de Padoue, de Ferrare, de Pise, de Massa et d'Imola, dans certaines parties des Maremmes, notamment dans les marais de Caglione, près de Grosseto.

Malheureusement, de ce beau projet tout reste encore à exécuter.

DESSÉCHEMENT DES LACS.

Les Romains entreprirent encore d'autres travaux de desséchement que nous ne pouvons oublier. L'Etrurie, le Latium et la Campanie comptaient un assez grand nombre de lacs, dont le voisinage était un danger, soit à cause des miasmes qu'ils dégageaient en abaissant leur niveau pendant l'été, soit par les menaces de débordement.

Les lacs d'Albano (*Albanus*), de Némi (*Nemorensis*) et d'Ariccia, qui occupent les fonds d'anciens cratères, furent évacués par des émissaires. L'émissaire du lac d'Albano, dont une partie biaise et conique est admirablement appareillée, est dû aux Étrusques et fut exécuté dans les premiers temps de Rome, à l'époque de la guerre de Veïes.

Dans le même système, pour dessécher le *Velabrum*, fréquemment envahi par les eaux du Tibre, les Étrusques exécutèrent le premier égout de Rome, la *Cloaca Maxima*, qui seule subsiste encore.

Digitized by Google

LAC FUCIN.

Les Romains exécutèrent un ouvrage fort remarquable pour le desséchement du lac Fucino, près de Celano, à 110 kilomètres au sud-est de Rome; l'étendue de ce lac était de 65,000 hectares, dont 50,000 en marais et 15,000 en lac, à 650 mètres au-dessus du niveau de la mer; privé de tout écoulement naturel, son régime et son niveau ne dépendaient que des circonstances météorologiques. « Ce lac, dit Strabon, est aussi vaste « qu'une mer; ses eaux s'élèvent, dit-on, au niveau des monta- « gnes environnantes, ou s'abaissent jusqu'à laisser labourer « des terrains ordinairement submergés. » Il menaçait continuellement le pays des Marses, dont il ensevelit trois villes, *Marruvium*, *Penna* et *Archippus*, sous ses eaux; il était, par surcroît, fort malsain pour le voisinage, par suite de ses variations de niveau. César conçut le projet de le dessécher pour faire disparaître ces dangers et gagner de belles surfaces de terres à la culture; mais l'exécution ne fut commencée qu'en + 42 par Claude, qui en chargea des entrepreneurs en échange des terrains conquis; ceux-ci durent reculer devant les difficultés de l'œuvre; l'empereur fit alors continuer par son affranchi Narcisse ce travail, qui fut terminé en onze années, avec le concours de trente mille hommes; un tunnel considérable de 5,640 mètres de longueur fut percé sous le mont Salviano, pour conduire les eaux au fleuve *Liris* (Garigliano); travail étonnant, quand on songe qu'il fut exécuté sans poudre, sans boussole, ni théodolite.

Pour l'inauguration de l'ouvrage, Claude eut l'imprudente fantaisie de vouloir commander aux eaux de se retirer et de faire opérer le desséchement à sa voix; sur un signe de lui, on rompit brusquement les digues, les eaux bouleversèrent les travaux, affouillèrent les cuvettes et la galerie, et provoquèrent des éboulements qui obstruèrent la section.

Néron, par jalousie, dit-on, ne fit pas exécuter les travaux de réparation nécessaires, de sorte que le succès fut complète-

Digitized by Google

ment compromis et suspendu; les eaux, qui s'étaient écoulées, remontèrent peu à peu et reprirent leur niveau.

Pourtant, vers la fin du XIVe siècle, elles s'abaissèrent suffisamment pour qu'on pût découvrir les ruines de Marruvium et en retirer les statues de Claude, d'Agrippine et de Néron qui ornent le palais de Casertes.

En 1835, les eaux montèrent de 7 mètres; le danger devenait si grand qu'on dut reprendre les projets de desséchement. On chargea M. de Montricher de faire les travaux nécessaires; il fit percer un tunnel dans la même direction que celui de Claude, mais à un niveau plus bas, au fond de la cuvette, de façon à dessécher complétement le lac, tandis que le projet romain ne devait abaisser le niveau qu'à mi-hauteur. Le tunnel a 7 kilomètres de longueur et 12 mètres carrés de section, avec un muraillement complet. Cet ouvrage, achevé par M. Bermont, qui succéda à M. de Montricher, a obtenu le succès le plus complet.

Digitized by Google

2° IRRIGATIONS.

Bien que les Romains fussent passés maîtres en l'art d'amener les eaux, bien qu'ils aient certainement connu les merveilleux résultats obtenus dans les déserts les plus arides de la Mésopotamie par les dérivations du Tigre et de l'Euphrate, citées par Pomponius Méla, ils ne semblent pas avoir su demander à l'irrigation les merveilleux résultats que leurs descendants en ont obtenus dans l'Italie septentrionale ; ils utilisèrent bien, surtout pour les jardins, les petits cours d'eau naturels qui passèrent à leur portée ; nous en trouvons la preuve dans ce vers de Virgile :

« *Claudite jam rivos, sat prata biberunt.* »

Mais ils ne nous ont transmis aucun de ces grands ouvrages de barrage et de retenue, éléments primordiaux de tout système d'irrigation, dans les pays chauds, avec des rivières torrentielles, comme celles de l'Italie, pour assurer l'approvisionnement des canaux pendant l'été. Ils ne semblent pas avoir su tirer même grand parti de ces vastes réservoirs naturels, des lacs assez largement distribués à la péninsule.

La prairie fut pourtant une grande culture romaine ; mais on paraît avoir, au dire de Columelle, notablement préféré le foin des prés secs à celui des prés arrosés ; on n'employait guère l'arrosage que pour des terres très-compactes, en prenant le plus grand soin d'éviter les eaux croupissantes et d'assurer par des rigoles l'écoulement des eaux surabondantes ; l'excès d'eau, dit avec raison Columelle, est plus préjudiciable aux prairies que la pénurie complète.

Les peu nombreux barrages de construction romaine qu'on rencontre, ont été faits pour assurer l'alimentation des aqueducs et des naumachies ; ainsi, dans le voisinage de Saint-Bertrand-de-Comminges (Haute-Garonne, l'anc. *Lugdunum Convenarum*), on trouve à l'ouest, près de la route de Tibiran, de hautes murailles barrant de petites vallées pour réunir les eaux destinées à une naumachie ; aux environs de Saint-Remy (*Glanum*), et près de La Ciotat, on voit aussi des traces de barrages romains sur de nombreux ruisseaux.

Digitized by Google

En Afrique, il existe encore de nombreux barrages en belle construction appareillée, régulière, qui retiennent les eaux et permettent de les conduire, par des canaux reconnus, dans la plaine du Hodna, par exemple, entre Alger et Constantine; on en voit également sur les rivières, comme les Oued-Selman, Mnaïfa, Magra, Barika, Legouman, Ocob, Chelal, etc. Mais ces travaux, très-anciens, ne sont pas d'origine romaine ; ils appartiennent plutôt aux Arabes, qui importèrent avec eux de l'Orient l'idée des grandes irrigations artificielles : ils avaient pu voir les déserts, sous cette bienheureuse influence, se transformer en oasis de verdure; ils avaient parfaitement compris la puissance magique de l'arrosage, et ne reculaient pas devant les travaux les plus gigantesques pour en assurer les bienfaits à leurs conquêtes d'Afrique et d'Espagne. Ce sont eux qui ont transformé et créé cette belle plaine de Valence, en la dotant d'un merveilleux système d'irrigation, approvisionné d'eau par ces immenses barrages, appelés aujourd'hui *pantanos;* l'œuvre la plus remarquable qu'ils aient laissée en ce genre, est la retenue d'Alpera, près d'Albacete, formée par une immense digue d'épaisseur décroissante par assises de grand appareil en retraite, qui a résisté aux efforts de plus de dix siècles.

Les plus beaux ouvrages arabes sont toutefois surpassés par ces merveilles de l'Inde, suggérées par une nécessité plus pressante encore; tel est, par exemple, le système hydraulique de l'île de Ceylan, qui compte trente lacs et six ou sept cents réservoirs, dont le principal est le réservoir de Padivil, près d'Anuradhapoura; la retenue est formée là par un barrage de 18 kilomètres de longueur, de 25 mètres de hauteur, de 70 mètres de largeur à la base et de 10 mètres de largeur au couronnement; il est dégradé aujourd'hui, et sa restauration a été estimée à 32 millions de francs, dépense devant laquelle on a reculé de nos jours.

Nous classerons parmi les travaux d'irrigation certains canaux de dérivation qui s'y rattachent indirectement, comme ces émissaires du Nil, qui furent entrepris de bonne heure et continués sous l'occupation romaine, pour étendre la zone des inondations fécondantes du printemps, et qui donnèrent les résultats importants révélés par Strabon. Les Egyptiens parvenaient

Digitized by Google

encore à ce résultat en barrant le fleuve par ces épis aux perrés cyclopéens dont nous avons parlé. Bien avant les Arabes, ils surent créer d'immenses bassins artificiels, pour emmagasiner l'excédant des crues, quand il pouvait être dangereux ou utile. D'après un grand nombre d'auteurs, le lac Mœris aurait été formé dans ce but par une grande digue exécutée de main d'homme.

On a retrouvé à Fréjus une dérivation de l'Argens, qui amenait une partie de ce petit fleuve au fond du port d'Agrippa; ce n'était ni dans l'intérêt de la navigation, ni dans celui de l'alimentation de la ville, car de beaux aqueducs amenaient d'ailleurs, à grands frais, l'eau potable; on peut penser que, par une erreur et une illusion singulières, on se proposa peut-être de faire avec ces eaux des chasses dans le port pour repousser les limons, qui, venus de l'embouchure principale, menaçaient et obstruaient l'entrée de la passe : cette dérivation n'eut pour effet que d'accélérer le travail d'envasement général dont nous avons signalé le résultat définitif. Peut-être ces eaux ne servaient-elles qu'à inonder les fossés de la citadelle, mais on n'a pu le reconnaître au milieu de l'atterrissement général qui entoure et ensevelit l'ancien port.

Digitized by Google

CHAPITRE VIII

PORTS

La navigation maritime eut une importance considérable sous les Romains et absorba presque la totalité du mouvement commercial ; la voie de terre ne servit qu'au transport des voyageurs, des dépêches, des impôts et aux mouvements des armées ; elle ne fut empruntée qu'accidentellement par les marchandises. Placée sur la péninsule presque au milieu même de la Méditerranée, pour la plus grande partie du bassin qui l'entourait, Rome n'était naturellement et forcément accessible que par la mer. La Gaule, l'Espagne, l'Afrique, l'Egypte, l'Asie et la Grèce, pour gagner la métropole, n'eurent pas de voie plus facile ni plus courte.

Rome resta cependant de longs siècles sans comprendre les avantages économiques de sa situation topographique et de ses 5,500 kilomètres de côtes italiennes, qui devaient en faire de bonne heure une nation maritime de premier ordre ; en opposant les plus inintelligentes entraves à l'essor du commerce national, elle laissa follement, pendant plusieurs siècles, les Tyriens, les Phéniciens, les Egyptiens, les Carthaginois et les Grecs amasser à son service d'immenses richesses ; quand, plus tard, cédant aux exigences toujours croissantes de l'approvisionnement de Rome et de l'Italie, elle dut se relâcher de ses rigueurs anticommerciales, le pays, alors épuisé, malgré des subventions, des encouragements et des pressions de toute sorte, ne put improviser une marine, qu'il eût fallu avoir préparée de longue main ; et, sous les empereurs, la marine commerciale romaine ne parvint pas à lutter avec avantage contre les marines

Digitized by Google

égyptienne, grecque et marseillaise, qui ne purent jamais être complétement dépossédées des monopoles qu'elles détenaient.

Quoi qu'il en fût, pour assurer les arrivages devenus indispensables à la vie, au jour le jour, de la métropole, il fallut de bonne heure ouvrir largement les accès de l'Italie, créer des ports nombreux, multiplier les lignes de transports, pour que les provisions ne manquassent pas un seul jour à ce peuple aux exigences terribles, qui ne savait pas attendre et qui eût fait payer cher à l'Empire une heure de souffrance ou seulement une heure de retard.

ITINÉRAIRES.

Les lignes suivies par la navigation antique nous sont données par l'*Itinéraire maritime d'Antonin*, fait sur le plan des Itinéraires terrestres, et donnant, avec la distance qui les séparait les uns des autres, l'indication des divers points du contour de la côte et de la nature des abris que pouvait trouver la navigation du temps, obligée le plus souvent à une sorte de cabotage.

Les divers points de relâche offerts par les côtes se distinguaient alors par les noms de :

Plagia ou *littus*, désignant une rade foraine;
Positio ou *statio*, pour une partie plus abritée;
Refugium, havre ou crique de refuge;
Portus, port véritable.

On trouve encore mentionnés les *ostia* ou *fluvii*, bouches des fleuves, et estuaires sur l'Océan, et les *gradus*, bras des deltas, embouchures barrées des fleuves méditerranéens.

Plus tard, l'Ecole d'Alexandrie publia les *Tables géographiques de Ptolémée*, donnant les latitude et longitude des différents points des côtes, en degrés et minutes, calculées avec une exactitude fort remarquable.

Les ports furent souvent placés à l'embouchure des fleuves; ces points étaient naturellement indiqués pour les échanges et les transbordements entre la navigation fluviale et la navigation maritime. A ce point de vue, peu de provinces furent mieux

Digitized by Google

partagées que la Gaule et l'Espagne; l'Italie ne trouva cet avantage que pour le Tibre et le Pô.

La position des ports fut encore marquée, en outre des grands abris naturels et des fleuves, par les plus courtes lignes de navigation d'un continent à un autre, comme pour Rhége et Messine, Libybée et Carthage ou Utique, Otrante et Velona (Apollonie), Corinthe, etc.

Les ports de l'Italie furent : Trieste (*Tergiste*), Aquilée, Ravenne, Rimini, Ancône, Brindes, Otrante, Tarente, Rhége, Pouzzoles, Terracine, Ostie, Civita-Vecchia (*Centum-Cellæ*), *Populonia, Luna*, Gênes (*Genua*).

En Sicile, on trouvait Messine, Syracuse, Agrigente, Sélinonte, Libybée, *Panorma* et *Myles*.

On s'embarquait de Brindes ou d'Otrante pour la Grèce, qu'on apercevait, et l'on débarquait à Durazzo ou Velona; d'Ostie ou de Pouzzoles, on passait en Sardaigne, aux ports de *Tibula*, d'*Olbia*, de Cagliari (*Caralis*), de Saint-Antioche (*Sulci*), qui offre les restes d'un ancien môle en pouzzolane; de *Centum-Cellæ* ou de *Populonia*, on traversait en Corse, dont les ports étaient *Mariana* et *Urcinium* (Ajaccio), et à l'île d'Elbe (*Ilva*), dont le port était *Æthalia*.

Dans la mer Egée, on trouvait parmi les ports principaux : Corinthe, Bizance, Smyrne, Ephèse, Milet, Rhodes, etc.

Dans la *Mer Intérieure* (Méditerranée), on trouvait encore : Tyr, Péluse, Alexandrie, Carthage, Utique, puis Bône, Philippeville, Bougie, Dellis, Alger, Cherchell, Mers-el-Kébir, Arzew, Ceuta, en Asie et en Afrique; Malaga, Carthagène, Alicante, Sagonte, Tarragone, Barcelone, en Espagne; Narbonne, Arles, *Fossæ Marianæ*, Marseille, Toulon et Fréjus, dans la Gaule.

Sur l'Océan, on rencontrait comme ports principaux : Cadix, Lisbonne, Aveiro, Porto, La Corogne, en Espagne; Bayonne, Bordeaux, La Rochelle, Nantes, Lorient, Brest, Granville, Cherbourg, Caen, Harfleur, Honfleur, Fécamp, Boulogne, dans la Gaule; Douvres et Deal, dans la Grande-Bretagne.

Sur la Mer Rouge, il y avait Myos-Hormos et Bérénice.

Digitized by Google

CONSTRUCTIONS NAVALES.

Nous sommes mal renseignés sur l'architecture navale des Anciens; nous ne la connaissons guère que par des descriptions assez confuses des auteurs contemporains, et par quelques représentations, aussi peu exactes, que l'on retrouve dans les peintures de Pompéi, sur les médailles et les reliefs.

Ces figures reproduisent des navires très-élevés sur l'eau et présentant des courbures énormes à la proue et à la poupe; ces dispositions ne sauraient avoir été impunément reproduites en pratique. On ne peut conclure de ces croquis de fantaisie que de vagues indications générales.

Les types les plus connus sont ceux des galères égyptiennes, qu'on retrouve plus soigneusement représentées sur les marbres et les reliefs de Memphis; elles semblent avoir servi de modèles aux constructions navales antiques. A défaut de cotes et d'échelle, on a cherché, d'après le nombre des rameurs et l'emplacement qui leur était nécessaire, à calculer les dimensions de ces anciens vaisseaux : M. Jal pense qu'ils avaient de 38 à 39 mètres de longueur (120 pieds) et $5^m,18$ à $5^m,20$ de largeur (16 pieds); ce rapport de 120 pieds à 16, tel que la longueur représenterait 7,5 fois la largeur, semblerait avoir été une proportion maxima, invariablement fixée par l'expérience jusque dans les galères et les nefs du Moyen-Age. Toutefois, de l'exemple du *Cothon* circulaire d'Utique, qui n'avait que 34 mètres de largeur et dans lequel les navires devaient se ranger *arrière à quai*, avec un petit chenal libre de 8 à 10 mètres pour quitter et regagner leur poste, on pourrait conclure que les vaisseaux carthaginois, excellents modèles de l'architecture navale antique, imités par les Romains, n'avaient que 25 mètres environ de longueur, pour une même largeur de $5^m,10$ à $5^m,50$, ce qui représenterait en longueur 4,7 à 5 fois la largeur, proportion que nous atteignons à peine dans nos clippers, et que la pratique ancienne devait recommander de préférence à cette limite fort scabreuse de 7,5, acceptable pour des bateaux de

Digitized by Google

rivière, excessive déjà pour des steamers ordinaires en fer, mais inadmissible pour des navires en bois.

La place occupée par les rangs de rames était considérable, de sorte que l'emplacement utile disponible sur ces vaisseaux était fort réduit ; c'est ainsi qu'il fallut mille navires romains pour transporter en Germanie les huit légions de Germanicus, (environ cinquante-deux mille hommes), chargées de venger le désastre de Varus ; chaque vaisseau ne portait donc en moyenne, avec son équipage et ses vivres, que cinquante-deux hommes avec les bagages.

Dans son *Archéologie navale*, M. Jal peut dire, toutefois, que, dès le IIe siècle de notre ère, on construisit des nefs de 1,500 tonneaux avec un grand mât et une voile ayant jusqu'à 13 mètres par 19m,50.

Les vaisseaux antiques, en vue de la navigation ordinairement côtière de l'époque, étaient pourvus du quinze à vingt ancres qui, mouillées du côté du vent, leur permettaient de se maintenir, quand ils étaient surpris par un coup de vent, et de n'être pas jetés à la côte, car la voilure était alors trop faible pour qu'on pût s'élever contre le vent, et les avirons étaient souvent impuissants à lutter contre les lames et la tempête.

On distinguait, suivant l'usage auquel on les destinait, les vaisseaux en :

Vaisseaux de charge (*onerariæ naves*), qui marchaient surtout à la voile, accidentellement à la rame ;

Vaisseaux de course (*actuariæ naves* ou *liburnes*) ;

Vaisseaux de guerre (*naves classicæ*, qui furent plus tard les *dromons*) ; ils portaient cent hommes, rameurs et soldats.

On les divisait encore en vaisseaux *ronds* et en vaisseaux *longs*, en vaisseaux *pontés* (*cataphractes*) ou *non pontés* (*aphractes*).

Il règne, du reste, la plus grande confusion dans les textes, chez les auteurs anciens, à propos de ces désignations et appellations.

La classification la plus nette repose sur le nombre des rangs de rames ; on connaissait les *birèmes*, *trirèmes*, *quadrirèmes*, etc. ; les Grecs employèrent jusqu'à neuf et même

Digitized by Google

seize rangs de rames. Polybe les désigne sous les noms de *trières, tetrères, pentères*, etc.

Les navires de guerre avaient pour le combat des éperons (*rostra*), des blindages, des tours et des béliers ; une flotte de guerre comptait un certain nombre de navires plus légers (*naves speculatoriæ*), chargés, comme nos avisos, d'aller à la découverte.

Les marins et rameurs étaient exercés aux manœuvres difficiles, notamment des rames, sur d'étroites levées en terre (*exercitoria*), qu'on a retrouvées au port de Misène.

Les navires de guerre marchaient à la rame et à la voile.

Les galères égyptiennes, en temps calme, faisaient à la rame jusqu'à $9^{k},720$ par heure.

Quant aux dimensions ordinaires des navires grecs et romains, elles furent à peu près calquées, en les alourdissant, sur les données des Égyptiens, Phéniciens et Carthaginois, qui furent les meilleurs constructeurs de l'antiquité.

Nous ne possédons qu'un spécimen de l'art antique, la petite barque, chargée de poteries, trouvée coulée dans le port de Cherchell ; elle avait $11^{m},00$ de longueur, $4^{m},50$ de largeur et $0^{m},70$ de courbure ; elle était très-plate comme nos chalands, et sans murailles ; ses membrures étaient en chêne de $0^{m},25$ à $0^{m},30$, d'une seule pièce ; dans la carlingue, on trouve une entaille pour l'empature du mât ; elle ne présentait pas trace de fer dans sa construction ; elle était assemblée par des chevilles en chêne, en très-grande profusion.

Pour les grands navires de commerce et de guerre, on n'a pu vérifier qu'une des données, la largeur : elle ne pouvait pas dépasser $5^{m},40$ hors bordage, car les passes et chenaux d'accès du port de Carthage, qu'on a retrouvés, ne présentaient que $5^{m},65$ de largeur ; les navires venaient se ranger dans le bassin circulaire ou *Cothon* de Carthage, sous des cales couvertes, qui ne durent pas présenter plus de $5^{m},40$ de largeur par 25 mètres de longueur, comme nous pensons pouvoir le déduire par la suite en rapprochant le nombre de ces cales des dimensions de cet ancien bassin.

A Fréjus, on a reconnu les magasins dans lesquels on rentrait les vaisseaux en les remontant sur une cale ou plan in-

Digitized by Google

cliné pavé ; ces magasins avaient les uns 3 mètres, les autres 5m,40 de largeur.

On peut conclure de ces quelques témoignages que la largeur au maître-couple, hors bordage, n'excéda guère dans les vaisseaux antiques 5m,40 à 5m,50 ; la longueur put être de quatre à cinq fois cette largeur, limite extrême qu'une pratique bien des fois séculaire a imposée aux voiliers et que la charpenterie ancienne ne fut pas en état de devancer.

Quant au tirant d'eau, il est plus difficile de l'estimer : les bassins anciens qui ont été découverts, étaient tous envasés et ensablés ; on n'a retrouvé nulle part de radiers maçonnés qui pussent fournir, pour le tirant d'eau usuel, des indications certaines.

En moyenne, les navires anciens portaient 3,000 talents de blé, ce qui représentait, à 26k,107 par talent, environ 78 à 80 tonneaux.

Dans la pratique de notre temps, des navires de 5m,25 de largeur, de 25 à 28 mètres de longueur, auraient un creux de 3m,25 à 3m,40, un tirant d'eau en charge de 1m,80 à 2m,40, et jaugeraient environ 90 tonneaux, ce qui vérifierait l'hypothèse d'une proportion de 4,5 à 5 entre la largeur et la longueur, et d'un tirant d'eau de 2 mètres à 2m,50 pour les navires antiques.

Les Anciens firent par la suite des navires plus forts ; Denys d'Halicarnasse parle souvent de vaisseaux portant 3,000 amphores ; l'amphore représentant 19k,51, ils auraient porté 385 tonneaux.

On trouve encore la description de navires gigantesques, dont les dimensions, peut-être fort exagérées, n'ont existé que dans l'imagination des anciens auteurs.

C'était, par exemple, le navire de Ptolémée Philopator, qui aurait eu, d'après Athénée, 420 pieds de longueur et 57 de largeur (environ 126 mètres sur 17 mètres) ; les plus longues rames avaient 38 coudées ou 57 pieds (17 mètres) ; il aurait pu porter quatre mille rameurs, quatre cents matelots, et deux mille huit cent cinquante soldats. Le rapport de la longueur à la largeur aurait été là de 7,36.

Un autre, le *Thalamique*, construit, comme le précédent sans doute, pour naviguer sur le Nil, avait 312 pieds de lon-

Digitized by Google

gueur, 60 de largeur, 30 pieds de hauteur au-dessus de l'eau et seize rangs de rames.

Hiéron de Syracuse fit construire aussi par Archias, sous la direction d'Archimède, un navire gigantesque, qui portait vingt rangs de rames, huit tours à parapet, trois mâts et douze ancres ; il était doublé en plomb et chevillé avec de gros clous en cuivre pesant 10 livres. Il pouvait porter 60,000 muids de blé ou 40,000 talents de marchandises ; le talent étant de 26^{k},107, son tonnage effectif eût été d'environ 1,050 tonneaux.

Les navires anciens n'étaient pas toujours pontés, ce qui explique ces désastres assez fréquents subis par des flottes sombrant tout entières dans une tempête. C'est sans doute pour soustraire les marins à de pareils dangers, dans la mauvaise saison, comme à celui de s'égarer dans les nuits longues, brumeuses et sans étoiles, que fut rendue cette loi citée par Végèce, en vertu de laquelle la navigation était interdite du troisième jour des ides de novembre au sixième des ides de mars (16 novembre-21 mars).

On faisait entrer dans la construction des navires le pin, le sapin, le larix, le cyprès, le frêne sauvage, le chêne vert pour les chevilles, l'aune, mais surtout le sapin et le larix ; les Gaulois employaient le chêne. Les assemblages étaient fixés par des clous en fer, plutôt en cuivre, calfatés avec des étoupes ou du sparte et de la cire liquide, de la poix ou de la résine. La coque était parfois doublée en plomb. Les voiles se faisaient en toile de chanvre ou en peaux cousues ensemble. On n'employa d'abord, d'après les données des médailles, qu'une voile latine ou carrée lacée à une vergue fixée au mât (*malus*), ou par une drosse (*anquina*), ou par deux balancines (*ceruchi*), et orientée par des bras (*opiferæ*), et lacée en bas à une ralingue qui se fixait aux murailles du vaisseau par deux amures ou écoutes (*pes veli* et *propes*) ; par la suite, on mit plusieurs mâts et plusieurs vergues (*antennæ*) ; on eut des misaines (*dolon*), des huniers (*supparum*) ; on se servit même de focs. Les *liburnes* portaient une voile levantine. Les haubans et cordages se firent en chanvre, en sparte, en jonc ou en écorce ; des chaînes en fer servaient à mouiller les ancres.

Digitized by Google

Les ancres étaient en fer, ou en bois et fer; elles avaient une tige, des bras spatulés en forme de pioches et un jas assez court; on les remplaçait quelquefois par des pierres, des lingots, des paniers remplis de pierres qu'on faisait traîner sur les fonds.

NAVIGATION DES ANCIENS.

Il leur fallut bien souvent abandonner les côtes et se lancer dans la haute mer, pour passer des îles sur le continent, ou de Carthage ou d'Alexandrie en Italie; en l'absence de boussole, on se guida sur la position des étoiles en certaines saisons, d'après les observations de quelques vieux pilotes qui en gardaient le secret. C'est ainsi que, dans Homère, Calypso remet dans son chemin Ulysse, qui cherche depuis dix ans la terre des Phéaciens, en lui recommandant de garder sur sa gauche la ligne qui va « des Pléiades au Bouvier et du Bouvier, qui se « couche tard, à l'Ourse, qui ne se plonge jamais au sein des « ondes (1). » Les Phéniciens observèrent les premiers la fixité relative de la Petite Ourse, et se réglèrent plus commodément et plus sûrement sur ses indications; ils tirèrent un grand parti de cette observation pour leurs grands voyages, et ce secret leur assura pendant longtemps le monopole de la navigation hauturière de l'époque.

En hiver, le ciel couvert rendait les observations et la direction des navires impossibles; une loi les obligeait à rester au port.

PORTS ET MOUILLAGES.

Avec leur faible tirant d'eau, les vaisseaux antiques trouvèrent assez facilement des mouillages, et des abris contre les

---

(1) « Πληιάδας τ'ἐζορῶντι καὶ ὀψὲ δύοντα Βοώτην,
« Ἄρκτον θ', ...
« Τὴν γὰρ δή μιν ὤνωγε Καλυψὼ, διῆ θεαών,
« Ποντοπορευέμεναι ἐπ' αριστερὰ χειρὸς ἔχοντα. »
(Homère, *Odys.*)

Digitized by Google

vents et la lame dans des havres et des criques qui n'eussent pas été abordables de nos jours; l'habitude générale de tirer les navires à terre (pour les soustraire, à défaut de doublage, le plus possible à l'action des tarets) simplifiait encore la question, et donnait une certaine importance aux plages comme lieux d'atterrissement. C'est ainsi que beaucoup de points de notre côte normande figurent comme ports dans les anciens Itinéraires, alors qu'on ne trouve là que des *échoux;* les navires restaient échoués au reflux, ce qui était sans danger, à cause de leur faible tonnage, ou bien pouvaient être halés sur les grèves à bras ou avec des cabestans :

« *Trahit siccas machina carenas,* »

comme dit Virgile.

Pour les points de refuge et de relâche, on recherchait particulièrement des localités approvisionnées d'eau douce; c'est pourquoi nous verrons les ports d'Italie, des Gaules, d'Afrique, etc., si largement pourvus d'aqueducs, de réservoirs, de citernes, à proximité des navires.

Les premiers ports artificiels qu'on créa, furent des anses demi-circulaires, creusées sur la rive des fleuves, entourées de quais en bois ou en maçonnerie, et de magasins, comme nous le représentent d'anciennes médailles et quelques vestiges du premier port d'Ancus Martius, à Ostie.

Mais, par la suite, pour les grands centres d'arrivages, d'importation ou d'exportation, les Anciens ne se contentèrent pas de ces conditions simples : ils recherchèrent de belles positions, dotées de bons abris, ou les créèrent de toutes pièces, avec un art et un luxe qui assurèrent aux constructions maritimes une des plus grandes places dans les travaux publics antiques.

PORTS NATURELS ET ARTIFICIELS.

Les ports naturels trouvèrent leur place dans de grandes baies intérieures, comme ceux de Brindes, Ancône, Tarente, Antium, Athènes, Marseille, Toulon, Alexandrie, Syracuse, Carthagène, Cadix, etc., ou dans les embouchures des fleuves,

Digitized by Google

estuaires ou deltas, comme Narbonne, Arles, Lisbonne, Bordeaux, Nantes, Harfleur, etc.

Les ports artificiels furent creusés ou fermés par la main des hommes, comme à Ostie, Pouzzoles, Terracine, Ravenne, *Centum-Cellæ*, *Luna* (Livourne), Fréjus, Carthage. Les ports creusés par les hommes s'appelaient souvent *Cothons;* Festus les définit ainsi : « *Cothones appellantur portus in mari in-* « *teriores arte et manu facti.* »

Ou bien, on les obtenait en barrant le fond d'un golfe ou d'une anse par une digue ou jetée. Les Phéniciens (1) furent les premiers à construire des ports de cette façon ; leurs trois grands ports furent Sidon (actuellement Szaïda), Tyr (act. Sour) et Gébal (act. Byblos). Sidon nous offre des vestiges considérables d'anciennes jetées qui datent de sa splendeur (— 700); Tyr se composait d'une partie continentale et d'une partie isolée sur une île à 5 ou 600 mètres à l'ouest ; dans l'intervalle se trouvaient deux ports excellents (2) ; Alexandre, pour assiéger et enlever l'île, construisit une digue dans la mer avec les ruines de Tyr continentale ; la troisième ville phénicienne fournissait tout le monde ancien d'architectes et de charpentiers de navires ; c'était le grand chantier phénicien.

En général, les anciens ports furent dispensés de rades antérieures et d'avant-ports ; de la haute mer, les navires entraient directement dans le port en franchissant une passe plus ou moins protégée par des môles ou des brise-lames ; à l'entrée de cette passe étaient communément un phare, un poste fortifié

---

(1) Ce petit pays de 50 lieues de longueur, comme plus tard, au Moyen-Age, Venise, Gênes ou Florence, eut, pendant des siècles, l'empire commercial du monde ancien, du Golfe Persique à la Bretagne ; architectes, constructeurs, marins, négociants, métallurgistes, fondeurs, verriers, tisserands, teinturiers, les Phéniciens exploitèrent avec le même succès toutes les branches de l'activité et de l'industrie humaines.

(2) Celui du nord, le plus grand, était ovale et pouvait recevoir cinq cents navires ; il était couvert contre les vents du sud et du large par la ville, l'île et deux jetées en arc de cercle, exécutées à pierres perdues par 7m,50 à 9 mètres d'eau, et terminées aux musoirs par deux tours fort élevées avec des fanaux ; le second port, au sud, était couvert par un môle contre les vents du sud.

Digitized by Google

et un petit temple ou édicule consacré; la passe était commandée par des chaînes de fermeture. Les jetées étaient pleines ou à claire-voie, et supprimaient plus ou moins complétement l'agitation dans l'intérieur.

Le port se composait d'un ou plusieurs bassins réunis par des passes, garnis de quais verticaux ou d'escaliers continus, de bornes ou d'anneaux d'amarrage, bordés de magasins (*emporia*) ou d'entrepôts (*horrea*), de remises pour les barques ou navires, ou de cales couvertes, quelquefois de portiques, de *forum* ou de marchés; on trouvait encore, dans l'enceinte généralement fermée du port, un château-fort, des temples, le palais du commandant, des réservoirs d'eau, de grands viviers, des thermes, quelquefois un bassin spécial pour les naumachies.

Le port était complétement entouré de murs fortifiés avec des portes gardées, des bastions et souvent des fossés inondables; il était presque toujours complétement séparé de la ville, avec laquelle il communiquait par une grande voie, parfois magnifiquement ornée de statues, de colonnes, etc.

Les grands ports militaires, qui furent sous les Romains, Misène, Ravenne et Fréjus, avaient, au lieu d'entrepôts, des casernes pour les soldats et les marins, des magasins pour le gréement (*casteriæ*), des quais très-étroits, des tours et des châteaux-forts plus nombreux; ils étaient encore mieux défendus contre les coups de main et les attaques du dehors.

Sur l'Océan, les Romains n'eurent pas à faire de grandes créations; les marins trouvaient là des estuaires largement ouverts, sans barre gênante, facilement accessibles, ou des anses nombreuses, qui offraient de bons abris. La marine romaine, du reste, ne remontait que rarement au nord de la Galice sur les côtes d'Espagne; pour arriver plus haut par les Colonnes d'Hercule, sur les côtes de la Bretagne et de la Belgique, le détour était extrêmement pénible, puisque Lucius Vetus chercha un chemin direct par un canal intérieur; il est probable que les Venètes, en possession du commerce maritime des côtes de la Gaule et de la Bretagne, amenaient le plus souvent les marchandises aux embouchures des grands fleuves, comme la Seine, la Loire ou la Garonne, pour les faire *transiter* à travers

Digitized by Google

la Gaule. C'est à ces bouches que s'établirent sans frais les grands ports de l'Océan, et l'on ne trouve de ce côté que des traces fort rares de constructions maritimes gallo-romaines : seulement à Harfleur, où l'on croit voir, derrière l'église, le contour circulaire d'un port intérieur, d'un *cothon*, et, près de Belz (Morbihan), une jetée en pierre de taille de 100 mètres de longueur et de 4 mètres de largeur, qui relie à la terre l'île de Saint-Cadi, et devait former un port; c'est un ouvrage remarquable par sa solidité et intéressant par son appareil. Bordeaux eut encore un bassin artificiel creusé sur la rive de la Garonne.

Dans la Méditerranée, le mouvement commercial, affluant à peu près totalement à la mer, exigea souvent de très-grands ouvrages, même aux bouches des fleuves, qui n'offraient souvent qu'un accès difficile et périlleux. Les Romains cherchèrent toujours à tirer le meilleur parti des circonstances naturelles favorables; ils eurent des ports sans aucune dépense, comme à Brindes, à Misène; ils surent au besoin améliorer des positions naturelles, excellentes déjà, en fermant les goulets d'accès par de courtes jetées, comme nous le verrons au port de Tarente; mais, quand la position fut commandée par quelque circonstance, ils se plièrent aux conditions les plus diverses et se résignèrent à créer leurs ports de toutes pièces, comme à Fréjus ou à Terracine, en isolant un bassin dans le fond d'un golfe et en le circonscrivant par une ceinture de jetées droites ou courbes, ou même en les creusant tout entiers, sur une plage d'alluvions, comme les ports d'Ostie et d'Antium; d'autres fois, ils allèrent chercher assez loin, dans l'intérieur, des bassins ou des lacs naturels, qu'ils mirent en communication par des canaux maritimes avec le rivage ou le fond d'une baie : c'est ce que fit Agrippa, en reliant la *Mare Morto* à la baie de Misène, et, plus au nord dans la baie de Pouzzoles, le lac Averne au lac Lucrin. Cumes eut de même son port dans le lac Fusaro, ancien cratère submergé, auquel on accédait du rivage par une longue coupure pratiquée dans la plage.

Malheureusement, les plus beaux travaux, entrepris sans une connaissance suffisante des dangers qui les menaçaient, ont laissé peu de traces de leur grandeur; ils gisent depuis long-

Digitized by Google

temps enfouis dans les sables, au milieu desquels on a les plus grandes peines à en exhumer quelques vestiges.

MÔLES ET JETÉES. — PASSES. — BRISE-LAMES.

Les Romains se préoccupèrent assez peu d'assurer à l'entrée de leurs ports de grandes rades, ou de couvrir les passes d'accès par des avant-ports artificiels; leurs navires n'avaient pas besoin des grands fonds exigés par les nôtres; aidés par leurs rames, ils se passaient de champs d'évolution très-étendus pour gagner les passes, dans lesquelles ils s'engageaient plus facilement que nos grands navires à voiles. On accédait de la haute mer directement à ces passes, qui n'étaient même pas toujours couvertes par un môle comme à Ostie; on ne trouve guère qu'à Fréjus et à Carthage l'exemple d'une sorte d'avant-port abritant l'entrée du chenal (pl. VI et VII); la jetée antérieure, à Fréjus, prolongée au-delà du musoir de la seconde, isolait en arrière une certaine surface dans laquelle on pouvait facilement évoluer pour gagner la passe ; mais cette disposition dut plutôt être adoptée après coup pour arrêter les limons de l'Argens et les repousser loin du chenal. A Carthage, une petite jetée en prolongement d'un cap couvrait l'entrée.

On plaçait la passe dans la partie des jetées la plus abritée, et on lui donnait, suivant les facilités plus ou moins grandes de l'accès, des largeurs variables : à Fréjus, cette largeur était de 100 mètres; à Terracine, de 112 mètres; à Ostie, de 65 mètres; à Alexandrie, de 105 mètres au port d'Eunoste, de 55 mètres au Grand-Port, et de 20 mètres environ dans les bassins intérieurs (pl. VI et VII). Quand la passe s'ouvrait sur une baie parfaitement bien abritée, on la rétrécissait même outre mesure, à 5^{m},65 à Carthage, quand les passes intérieures d'un bassin à l'autre avaient 18^{m},46 de largeur; on redoutait là l'invasion des apports du fleuve Bagradas, et l'on cherchait à leur fermer le plus possible l'accès du port. Ou bien, comme à Tarente, pour empêcher les grosses mers du sud de s'engouffrer dans le golfe, on resserrait l'entrée par deux jetées, ménageant

Digitized by Google

entre elles une passe assez étroite pour qu'on pût placer, dit-on, d'un musoir à l'autre un pont mobile.

L'entrée était dirigée, autant que possible, sous des angles d'environ 90°, avec la direction des vents régnants, de façon à permettre aux navires une entrée et une sortie également faciles, et à défiler en même temps des grosses mers l'intérieur du port; ainsi, les passes à Fréjus, à Ostie, à Terracine, à Carthage, à Alexandrie, étaient orientées sous des angles de 90° à 100°, avec les vents régnants du sud-est ou du nord-ouest.

La passe était ouverte entre deux jetées droites ou courbes, ou sur un côté plus abrité. Quand elle se trouvait sur un rivage découvert, on protégeait la passe entre les jetées par un môle ou brise-lames en avant, ménageant un chenal à deux entrées, comme à Ostie.

Dans l'origine, les ports ne furent pas aussi complétement fermés; une simple jetée ou traverse s'avançait à une distance de 200, 400 et même 600 mètres de la rive, abritant un certain segment contre les lames du large, mais ne l'isolant pas toujours d'une façon bien complète de l'agitation du golfe, et laissant quelquefois à l'intérieur se propager la houle ou des ressacs dangereux; ce fut le cas de Pouzzoles, du port de César à Fréjus, du premier port de *Centum-Cellæ*, de Bougie, de Bône, de Corycus, de Soli, de Cadix, etc.

On reconnut bientôt la nécessité de mieux fermer les ports très-fréquentés par des ceintures plus complètes, pour éviter des collisions dangereuses, et c'est dans cet ordre d'idées que furent établis les ports intérieurs d'Ostie, d'Antium, de *Centum-Cellæ*, ou que furent exécutées les fermetures des ports de Tarente, d'Agrippa à Fréjus, de Claude à Ostie, de Terracine, etc. (pl. VI-VII). Toutefois, comme cette solution entraînait à de grandes dépenses, on la réservait pour certains ports de la métropole ou pour les ports militaires, et, dans les provinces, on se contentait d'améliorer le mouillage par de simples jetées, en laissant aux navires, dans les gros temps, le soin de s'affourcher sur plusieurs ancres.

Ces jetées furent rectilignes, polygonales ou courbes. Assez fréquemment, les jetées, parallèles à leur origine, se rapprochaient par des quarts de cercle pour resserrer entre leurs mu-

Digitized by Google

soirs une passe plus étroite ; cette disposition présentait plusieurs inconvénients : les branches courbes étaient extérieurement tournées plus facilement par les alluvions ; intérieurement, elles refléchissaient et transmettaient dans les bassins les lames qui venaient obliquement frapper leur concavité et qu'on ne savait pas arrêter par des brise-lames latéraux, les forçant à s'étaler ; il était enfin plus difficile de les prolonger ; on s'en aperçut bien à la grande jetée de Fréjus, quand on dut la pousser plus loin pour résister à l'envahissement des alluvions : on obtint un ouvrage très-incommode, disgracieux et fortement menacé par les ressacs à l'angle droit de raccordement de l'ancienne courbe et du prolongement rectiligne. C'est avec raison que nous proscrivons le plus possible cette forme courbe ou polygonale de nos jetées modernes.

Ces jetées eurent jusqu'à 640 mètres de longueur, comme à Fréjus. Elles servirent le plus souvent de quais de débarquement, c'est pourquoi on les fit souvent très-larges ; la plus petite largeur qu'on leur donna, quand elles ne servirent que de brise-lames, semble avoir été 9 mètres, comme au prolongement de Fréjus ; à Dimas, la jetée avait 10 mètres de largeur, 13 mètres à Alexandrie, 12 mètres au moins dans les ports romains ; ailleurs, au moins $15^m,60$ à Terracine, 25 mètres et 40 mètres à Ostie, quand elles servaient au mouvement des marchandises. Leur couronnement s'élevait jusqu'à $3^m,35$ au-dessus des basses mers, comme à Terracine.

Les parements étaient verticaux, surtout à l'intérieur du port ; extérieurement, la jetée ou le môle présentait parfois un grand talus défendu par de gros enrochements, qui en protégeaient le pied et brisaient les vagues.

Ces jetées et leurs musoirs furent exécutés tantôt en pierre de taille de grand appareil, comme à Soli, tantôt en béton de chaux grasse et de pouzzolane, avec ou sans revêtement extérieur en moellons smillés ou en briques, ou bien avec de gros blocs immergés, comme à *Centum-Cellæ* et à Samos.

Ces jetées furent pleines ou évidées. On a retrouvé en Tunisie, au port de Dimas, une jetée en béton de 146 mètres de longueur et de 10 mètres de largeur, formant avec les îles du Djénan et d'El-Firam un port très-vaste et très-sûr ; cette digue

Digitized by Google

présente cette particularité que, au-dessus du niveau de l'eau, elle est percée de part en part de deux étages de canaux à section carrée d'environ $0^m,50$ de côté, écartés horizontalement de 2 mètres, verticalement de 1 mètre, et destinés évidemment à laisser étaler les lames du large et à empêcher, au pied de la digue, des coups de ressac dangereux ; c'est l'idée première des brise-lames ; la digue s'est fort bien conservée, et il faut, pour une large part, en attribuer le mérite à cette précaution.

Pour une autre cause, les Romains cherchèrent souvent à faire des jetées évidées ou à claire-voie. Par une nécessité fatale, leurs ports furent presque toujours placés dans les zones d'atterrissement et atteints par les alluvions des fleuves. C'est vainement que les ingénieurs romains, prévenus par Vitruve, se placèrent assez loin, à Ostie, à Terracine et à Antium, des embouchures du Tibre, à Ravenne et à Rimini de celles du Pô ; ils furent gagnés par les apports de ces fleuves ou par ceux de petites rivières dont ils ne crurent pas devoir se défier suffisamment, comme de l'Argens à Fréjus.

A Ostie, on avait essayé de s'établir au nord du fleuve, où les apports semblaient moins se porter, et de s'enfermer dans une bonne enceinte formée de deux jetées courbes, fermées du côté de la mer par un môle ; les alluvions tournèrent facilement les musoirs des jetées et ensablèrent l'accès du port ; elles devaient pénétrer également d'une façon directe par le canal de communication intérieure avec le nouveau bras du Tibre (pl. VII).

A Fréjus, les envahissements de l'Argens obligèrent bientôt à prolonger la jetée ; malgré cette défense, ce port, envahi par devant et par derrière, sous l'influence d'une dérivation malheureuse de l'Argens, fut mis assez tôt hors de service (pl. VI).

En observant un peu la marche générale de ces apports, on reconnut que les dépôts se formaient contre ces digues pleines à partir de leur enracinement au rivage, puis se développaient peu à peu jusqu'au musoir, qu'ils finissaient par tourner, et envahissaient par les remous la partie abritée de l'avant-port, de la passe et du port lui-même.

Les Romains songèrent alors à supprimer le plus possible

Digitized by Google

l'obstacle opposé au courant et à la marche des alluvions, en dérangeant aussi peu que possible leur allure et leur régime; ils renoncèrent à élever une barrière complète, et se décidèrent à établir des jetées à claire-voie, formées par des piles et des voûtes en maçonnerie, arrêtant suffisamment l'agitation des flots sans intercepter les courants du littoral. Les premiers essais de ce système furent faits à Pouzzoles, puis à Misène et à l'entrée de la rade de Tarente. Il reste seize piles du môle de Pouzzoles, dont treize sont encore au-dessus de l'eau; le môle avait 384^{m},77 de longueur; les piles avaient une section carrée, dont le côté augmentait à mesure qu'on éloignait du rivage, depuis 8^{m},68 jusqu'à 13^{m},15 et même 15^{m},71 au musoir; les arcs en briques plates qui les reliaient, avaient 10 mètres d'ouverture en plein cintre, et leur naissance au niveau de la mer. Ces larges baies laissaient passer les vases sans les arrêter, mais aussi permettaient à l'agitation de se propager dans l'intérieur du port ; on dut mettre des vannes à Eleusis pour fermer de semblables arceaux; on pensa réussir plus complétement à Antium, en formant une double jetée à arcades, et en opposant les vides de l'une aux pleins de l'autre; le résultat fut meilleur; mais, faute d'entretien, l'intervalle entre les deux lignes s'envasa, le port lui-même s'ensabla, et il fallut en recreuser un nouveau tout à côté; comme ce nouveau port eut le sort du premier, on proposa de porter le bassin assez avant dans la mer, de former une digue circulaire et de la relier à la terre par un pont; ce projet, plus radical que celui de Claude, offrait de grandes difficultés pour l'établissement et la fondation des quais, des magasins, etc., et ne fut pas exécuté. Toutes ces solutions n'auraient pas empêché, du reste, le littoral d'avancer de front sur toute la ligne et de laisser bientôt en arrière tous les ouvrages à plus de 2,000 mètres, comme à Ostie ; quant au port isolé proposé un moment pour Antium, il n'eût pas manqué de devenir un centre de ralliement des apports, tôt ou tard relié à la terre par un isthme d'alluvions, comme les rochers isolés du Mont Circé ou de Gibraltar. Par ce moyen héroïque, la ruine aurait eu seulement son échéance reculée.

A Terracine, comme à Carthage, on essaya sans doute de déblayer les bassins envahis par les alluvions; on trouve aux

Digitized by Google

environs des tertres formés par des dépôts de curage à Terracine; à Carthage, ils peuvent peut-être provenir aussi des déblais du creusement primitif.

A Terracine, on a ouvert, mais on ne sait à quelle époque, une seconde passe, comme pour ménager à travers le port des courants qui nettoyassent les fonds; on n'a pas réussi, car le bassin est aujourd'hui complétement ensablé.

Dans les rivières sans marée, nous n'avons trouvé pour sauver les ports menacés par les ensablements, comme ceux de Cette, de Venise, etc., d'autre moyen que les dragages avec les appareils puissants que la mécanique moderne a mis à notre disposition. Mais pour les Anciens, même avec des fonds de $2^m,50$ ou $3^m,00$ seulement, ces travaux de curage devaient être extrêmement difficiles et pénibles, et l'on conçoit qu'ils aient été vaincus sur tous les points, faute de moyens de résistance suffisants.

Pour fermer le port et l'abriter aussi contre les vents de la mer sur les plages découvertes, les jetées portaient vers le large, comme vers la terre, un mur continu assez élevé; à Fréjus, ce mur était orné de pilastres, de contreforts et de bancs en pierre de taille.

Sur les musoirs des jetées ou des môles, à l'entrée des passes, étaient placés assez généralement les phares ou des feux de port, des tours de défense, des postes de veilleurs ou de gardiens (*custodes littorum*), de petits temples consacrés à la Bonne Déesse protectrice des marins, ou des statues colossales. De fortes chaînes, qui s'élevaient et s'abaissaient avec des cabestans, permettaient d'intercepter l'entrée de la passe et du port.

PORTS ET BASSINS INTÉRIEURS.

Quand les Romains rencontrèrent des havres intérieurs, ils se bornèrent à faire des quais verticaux et plus souvent même des quais ou estacades en bois, avancés jusqu'aux fonds suffisants pour l'accostage. Les manutentions antiques exigeaient moins de célérité que de nos jours: une faible longueur de

Digitized by Google

quais devait suffire alors aux besoins des débarquements ; les navires attendaient le moment de leur chargement, mouillés sur leurs ancres au milieu du port ; c'est ainsi, du moins, que les médailles nous représentent la physionomie des ports antiques (pl. VI).

D'autres fois, les ports furent établis sur le bord du rivage, avec une partie en déblai, comme le port de Claude à Ostie, ou complétement en déblai, comme le port de Trajan à Ostie, celui de *Centum-Cellæ*, de Carthage, etc. Nous remarquerons que généralement alors ces bassins présentaient une forme rapprochée du cercle, de l'hexagone ou du pentagone régulier, c'est-à-dire affectaient une figure géométrique qui comprit la plus grande surface possible dans le moindre contour. Ils demandaient à leurs ports, non point de grands développements de quais, comme nous venons de le dire, mais de grandes surfaces de bassins emmagasinant beaucoup de navires, au besoin serrés les uns contre les autres ; les transactions commerciales n'avaient pas l'activité qu'elles ont maintenant, les navires ne représentaient pas un énorme capital qui ne pouvait perdre son temps au port ; il n'était donc pas alors nécessaire d'obtenir, comme aujourd'hui, plus encore une grande longueur de quais qu'une vaste surface de bassins, et de la rechercher par des traverses, des *warfs*, etc.

Ces travaux de creusement des bassins devaient être considérablement plus simples que de nos jours, à cause du moindre tirant d'eau exigé par la marine antique ; on peut croire que cette profondeur ne dépassa pas $2^{m},50$ ou 3 mètres, ce qui facilita notablement, outre les travaux de déblai, la fondation et la construction des murs de quai, des jetées, etc.

Ils donnèrent souvent à leurs bassins des dimensions trop considérables, par suite desquelles, sous les coups de vent, l'agitation et les ressacs devaient atteindre, malgré l'abri des murs d'enceinte, des proportions incommodes et même dangereuses. Nous n'admettrions pas aujourd'hui, par exemple, la construction d'un bassin de 970 mètres par 760 mètres, comme celui d'Ostie, sans de nombreuses traverses qui lui assurassent une tranquillité nécessaire.

La faible importance du mouvement commercial sur l'Océan,

Digitized by Google

en dehors de l'embouchure des fleuves, et le tonnage modeste des anciens navires permirent de se contenter, presque partout de ce côté, de simples ports d'échoûage et n'obligèrent pas à rechercher les solutions difficiles des bassins à flot ; les Romains n'eurent pas à aborder ces constructions délicates d'écluses, de formes de radoub gigantesques, de bassins de chasses, que les énormes tonnages et les grands tirants d'eau de la marine actuelle ont rendues nécessaires.

MURS DE QUAI.

Les murs de quai furent construits avec le soin que les Romains apportèrent à tous leurs ouvrages. Ces murs et les môles furent exécutés généralement en blocages, avec parements antérieurs en briques, quelquefois même en réticulé, avec de grandes chaînes de travertin, comme à Ostie et à Terracine, ou en moellons smillés de grès ou de porphyre, comme à Fréjus, ou bien encore en moyen appareil, comme à Bône, à Tefesed (Algérie), etc., le tout surmonté de grands couronnements en pierre de taille ; toutes ces constructions, comme les môles et les jetées, furent faites à grand renfort de pouzzolane. La forte liaison obtenue permit de se passer d'un revêtement en grand appareil ; les vaisseaux avaient du reste une masse incomparablement moindre que de nos jours, et ne risquaient pas d'écraser les petits matériaux dans l'accostage des quais.

Dans les ports naturels, on fit des quais en bois, que nous trouvons figurés sur certaines médailles antiques : des pieux, des traverses, des lisses et des longrines semblent avoir constitué ces appontements (pl. VI) ; cette solution dut être assez générale, car on ne retrouve pas trace de quais maçonnés dans beaucoup de ports très-fréquentés autrefois.

Tout autour des quais se trouvaient des parapets, des bornes d'amarrage, en pierre, en granit ou en marbre, numérotées, comme à Ostie, ou de gros anneaux en fer ou en bronze de $0^m,24$ de diamètre, comme à Fréjus, ou à défaut, comme à Terracine, des modillons en marbre, soutenant la bordure du quai, percés pour recevoir les amarres, qui les ont creusés et usés.

Digitized by Google

Quelquefois le quai, au lieu d'être vertical, était formé par des degrés continus en pierre ou en marbre; on trouvait, dans tous les cas, des escaliers pour gagner les barques.

Les murs des bassins étaient parfois doubles, comme à Carthage, pour diviser la poussée des terres. Les fouilles n'ont pas permis encore de reconnaître les dimensions des murs d'Ostie.

Les ports marchands étaient entourés de quais pavés ou dallés, de 12 à 40 mètres de largeur, présentant en arrière des lignes de portiques (formant des sortes de quais couverts), des magasins (*emporia*) et des entrepôts. Les greniers (*horrea*) étaient parfois construits au bord même du quai, pour recevoir et emmagasiner directement les produits de l'annone.

Outre la grande enceinte fortifiée qui protégeait tout le port, pour faciliter sans doute la perception des droits de douane, le bassin et son quai étaient souvent entourés d'un mur continu spécial qui les enfermait de toute part, et ne laissait entrer ou sortir que par un nombre limité de portes gardées par des postes analogues aux consignes et occupés par les surveillants (*cohors vigilium*). Cette coutume des ports fermés se retrouve dans quelques villes d'Italie.

Les divers bassins communiquaient entre eux intérieurement par des passes dont la largeur se réduisait souvent à 6 ou 7 mètres.

Nous devons remarquer que le chenal appelé à faire communiquer le port avec une dérivation fluviale, comme à Ostie, avec des lacs intérieurs, comme à Alexandrie, ou bien avec une rive touchée par les alluvions fluviales, comme à Carthage, présentait souvent plusieurs déviations à angle droit; pour arrêter les courants qui pouvaient amener les troubles ou même les courants limpides que pouvaient provoquer dans les passes les mouvements de la marée, on établissait des sortes d'épis, des *chicanes*, qui, en brisant plusieurs fois les courants, pouvaient diminuer les apports limoneux, ou bien amortir la vitesse de l'eau ou l'agitation. Ce n'étaient même pas des palliatifs; de la sorte, on provoquait des dépôts incommodes dans les passes, sans retarder le résultat final, l'ensablement et l'obstruction du port.

Digitized by Google

Dans la construction de certains ports, les Anciens déployèrent pour les moindres détails un luxe qui en fit de véritables œuvres d'art; le port de Syracuse s'appelait le *port de Marbre*, parce que les quais étaient pavés de dalles de marbre, comme les degrés, les bornes et les statues qui l'ornaient. Le port d'Ancône avait aussi des parapets semblables, comme celui de Rimini, créé par Auguste, reçut des bordures de marbre dont on put construire plus tard l'église Saint-François.

Nous allons voir encore une foule de constructions magnifiques achever de donner aux ports antiques un aspect monumental, fait pour étonner les étrangers et leur inspirer la plus haute opinion de la splendeur romaine.

Les ports militaires se distinguaient des ports marchands par la plus grande solidité des remparts, par la moindre largeur des quais, souvent même supprimés pour laisser la place à une suite de cales ou de loges couvertes sous lesquelles on abritait les vaisseaux désarmés. C'est la disposition qui est apparue à M. Beulé dans ses fouilles du port de Carthage : en avant de chaque loge du port circulaire s'élevaient deux colonnes ioniques terminant les murs de séparation des cales, et formant dans l'ensemble une magnifique colonnade circulaire; Appien dit qu'il y avait ainsi deux cent vingt loges, que nous retrouverons; les navires se rangeaient *arrière à quai*, avec leurs plans diamétraux convergeant vers le centre du bassin. Les cales servaient en outre de magasins pour les rames, voiles, agrès et apparaux. Ces magasins spéciaux (*casteriæ*) étaient parfois séparés.

Cette disposition se retrouvait au Pirée (1). On a cru la reconnaître à Ostie, mais on a confondu avec ces cales le portique dorique qui entourait le quai du port.

Dans les ports militaires romains, on ne trouvait pas le long des quais ces immenses magasins qui entouraient ailleurs

(1) Un même rempart enfermait Athènes et le Pirée; cette muraille avait 40 stades (environ 7,400 mètres) de développement, 40 coudées (17m,60) de hauteur et environ 5 mètres d'épaisseur. Elle fut construite par Cimon et Périclès en grosses pierres de taille reliées par des crampons de fer scellés au plomb.

Digitized by Google

les bassins de toute part. A défaut de ces cales pouvant abriter les navires à flot, les Romains disposaient de cales sèches, de magasins où l'on remisait les navires à sec; on les tirait hors de l'eau par des cabestans sur des plans inclinés pavés ou des avant-cales descendues sous l'eau à une profondeur suffisante pour recevoir la quille.

ANNEXES DES PORTS.

Dans l'enceinte du port, on trouvait encore de nombreuses constructions, palais ou édifices, que nous allons sommairement passer en revue. C'étaient des *temples* ou édicules consacrés à la Bonne Déesse, ou à Castor et Pollux, divinités que les marins anciens invoquaient toujours au moment de larguer les amarres ou de lever les ancres; ailleurs se dressaient des statues colossales en l'honneur des fondateurs du port, comme celles de Claude et de Trajan, qui ornaient les deux musoirs du brise-lames d'Ostie. On trouvait de beaux *palais* pour le préfet de la flotte, le commandant du port, le préfet de l'annone et ses agents.

Une citadelle ou *castrum* commandait toujours le port; c'était une construction généralement élevée, bastionnée, garnie de machines de guerre, placée au fond du port, entre la ville et lui; elle se reliait à l'*enceinte continue* dont nous avons parlé et qui était défendue elle-même par des bastions, des tours et quelquefois même entourée de fossés inondables par la mer, ou par des dérivations des cours d'eau voisins, comme peut-être à Fréjus; on pénétrait dans cette enceinte par des portes fortifiées et gardées.

Comme nous le verrons plus loin, un *phare* (*pharos*) s'élevait presque toujours à l'entrée du port; quand il était placé au fond ou sur une hauteur voisine, un fanal marquait l'entrée de la passe; on trouvait tout auprès les logements des surveillants et les magasins des combustibles. Dans le voisinage des ports ou sur les montagnes voisines, étaient placées fréquemment des tours d'observation (*specula*), souvent disposées diversement, pour constituer des moyens de reconnaissance ou représenter

Digitized by Google

les signaux de direction ou de position, que nous appelons des *amers*.

Les *magasins* (*emporia* ou *horrea*) étaient construits tantôt en arrière des quais, bordés en avant par des portiques et limités en arrière par le mur d'enceinte particulier des bassins, comme à Ostie, tantôt sur le bord même des quais, comme à Terracine; ils étaient généralement fermés sur la face opposée au quai, pour ne permettre les sorties que par les portes surveillées.

On a retrouvé quelques-uns de ces magasins, à Ostie, autour du port et dans les rues voisines; ils avaient au moins deux étages; ils se composaient de belles pièces de 30 à 40 mètres de longueur et de 6 à 7 mètres de hauteur; quelquefois le plancher était relevé de 1 mètre, comme pour faciliter le chargement des porteurs et des camions.

Les magasins qui entouraient le port, devaient être les greniers (*horrea*) de l'Etat, destinés à recevoir les approvisionnements de l'annone. — Les étages supérieurs servaient de casernes aux corporations enrégimentées par l'Etat pour assurer tous ses services, ouvriers de la flotte de guerre ou de transport, charpentiers, forgerons, calfats, voiliers, ou bien ouvriers des manutentions, déchargeurs, cribleurs, mesureurs de blé, etc. Toutes ces corporations avaient à leur tête des tribuns, sous les ordres du préfet de la flotte ou du préfet de l'annone.

Dans le voisinage étaient les magasins des particuliers, les forums, les marchés, les poids publics, etc.

On mettait à portée des navires des *réservoirs d'eau* ou des *citernes*, d'une capacité considérable parfois, qu'on retrouve surtout en Afrique et qui étaient indispensables pour l'approvisionnement de voyage des navires. On trouve encore quelquefois, sur le bord des quais, des réservoirs dont le radier n'est pas à plus de 0m,50 ou 1 mètre en contre-bas du niveau de l'eau; ces réservoirs communiquaient avec le bassin par un canal, qu'une vanne devait fermer, en glissant dans une feuillure bien visible: ce devaient être des *viviers*.

Les *thermes* n'étaient pas oubliés dans les annexes du port; on en a retrouvé des ruines magnifiques à Ostie, à Fréjus et à Pouzzoles.

Les grands ports devaient aussi contribuer à l'amusement

Digitized by Google

si important du peuple romain : on y trouve presque toujours l'amphithéâtre maritime, la *naumachie*, sorte de bassin allongé garni de gradins tout autour, portés parfois sur des voûtes, comme ceux des arènes, et figurant dans le plan des ports antiques nos bassins de radoub actuels. Ces naumachies pouvaient avoir, comme à Ostie, 240 mètres de longueur et 38 mètres de largeur.

Les Anciens connurent les ponts mobiles sur les passes ; on trouve, à l'entrée de la naumachie d'Ostie, deux piles, qui ne peuvent avoir appartenu qu'à un pont mobile, destiné à livrer passage aux navires amenés dans la naumachie. Il en était de même sur le canal de communication du port avec le canal du Tibre. On trouve, dans les digues ou jetées d'Alexandrie, de Carthage, de Tarente, des coupures ménagées pour le passage des vaisseaux, coupures qui furent certainement couvertes par des ponts mobiles, des *ponts-levis* probablement, afin de maintenir la circulation pour laquelle ces chaussées furent manifestement créées.

CONSTRUCTIONS A LA MER.

Nous avons indiqué les procédés généraux de construction employés par les Romains pour leurs travaux à la mer; nous les résumons très-succinctement.

Quand ils ne purent, comme à Ostie, *Centum-Cellæ*, Antium, etc., construire à sec les murs de quai, pour les jetées et les môles, ils firent des fondations à pierres perdues jusqu'à 4 mètres de profondeur, puis, sur le couronnement réglé et nivelé par des plongeurs ou des sortes de scaphandres, ils échouèrent des caissons chargés de maçonnerie. Quand la profondeur était moindre, on construisait directement le massif de maçonnerie en coulant du béton dans les batardeaux, si la mer n'était pas trop agitée ; dans le cas contraire, on construisait d'énormes blocs artificiels sur un massif de sable encaissé, que la mer enlevait ensuite, en laissant immerger les blocs.

Ils surent même employer, comme à Ostie, le système des grands caissons ou grands navires échoués, chargés de maçon-

Digitized by Google

neries ou de pierres, pour former la fondation des grands môles ou des phares.

Dans leurs travaux maritimes, instruits des effets désastreux de l'eau de mer sur les mortiers ordinaires, les Romains firent à peu près exclusivement usage de leurs excellentes pouzzolanes de Baïes, auxquelles ils ajoutèrent parfois, comme à Ostie, du tuileau concassé; ces carrières de pouzzolane voisines de la mer purent approvisionner facilement tous les ports de la Méditerranée, et donnèrent au port de Pouzzoles un fret de retour précieux; il fut plus coûteux de la transporter dans les ports de l'Océan, au-delà de Cadix et de Lisbonne; c'est peut-être à cette difficulté qu'il faut attribuer l'absence à peu près complète d'ouvrages à la mer sur les côtes occidentales de la Gaule, à cette époque où rien ne pouvait bien avantageusement remplacer la pouzzolane dans les maçonneries en contact avec l'eau de mer.

La pouzzolane présentait toutes les garanties de solidité et de conservation désirables; on en peut citer pour preuve ce môle de Pouzzoles, qui résiste depuis bientôt dix-huit siècles à tous les efforts de la mer et des tempêtes. Les mortiers à la mer étaient faits avec de la chaux grasse, de la pouzzolane et des sables très-siliceux et très-purs; ces mortiers, particulièrement bien soignés, permirent d'employer sans danger des matériaux de très-petites dimensions, l'*opus reticulatum* même, aux quais d'Ostie et de Terracine, ou le simple béton ou blocage, comme à Dimas.

Ils ne paraissent pas avoir fait grand usage des pilotis dans les constructions à la mer; ils n'ignoraient pas sans doute l'action destructive des tarets sur les bois, puisqu'ils retiraient leurs navires à terre, quand ils le pouvaient, ou essayaient de les doubler en plomb.

Dans ces conditions particulièrement difficiles et délicates, ils firent des constructions aussi durables que leurs autres ouvrages; malheureusement, ils ne surent pas les garder contre le danger des ensablements, qui ont détruit des œuvres comparables aux plus belles dont puisse s'honorer le génie moderne.

Digitized by Google

DESCRIPTIONS DE QUELQUES PORTS ANCIENS.

PORTS DE L'ITALIE.

Ostie.

Ostie nous offre un exemple du port complet, tel que l'antiquité sut le créer de toutes pièces (pl. VII, fig. 1 et 2).

Au VIIe siècle avant notre ère, Ancus Martius avait fondé à l'embouchure du Tibre, sur la rive gauche, un premier port, formé d'une anse demi-circulaire entourée de quais, dont on retrouve les traces à 7 milles environ de l'embouchure actuelle, au dernier coude du bras de *Fiume morto*. Les atterrissements rendirent bientôt l'embouchure du fleuve et le port d'Ancus inabordables; on essaya vainement de rapprocher le port de l'embouchure; Claude dut reprendre un projet de César, faire creuser un nouveau port sur la rive droite, plus à l'ouest, et le mit en communication avec le Tibre par un canal; ce port devint bientôt insuffisant, et Néron conçut un moment le projet de doter Rome d'un autre port tout fait, en reliant au Tibre Pouzzoles ou plutôt le lac Averne et le lac Lucrin, qui communiquaient avec la baie de Pouzzoles. Ce projet ne put être exécuté; on dut revenir à Ostie, et Trajan fit creuser, en 104, un bassin hexagonal à l'est du port de Claude. La ville prit un grand développement et eut 80,000 habitants; sa prospérité se maintint jusqu'à Justinien, au VIe siècle; elle eut toutefois beaucoup à souffrir des attaques des Barbares, qui, depuis Vitigès, s'élancèrent sur Rome en prenant Ostie pour objectif et pour point de débarquement; mais ce ne fut guère qu'au Xe siècle que le port devint absolument impraticable.

Les traces de l'ancien port ont été presque entièrement retrouvées dans les sables, grâce aux fouilles et aux persévérantes recherches faites par M. Texier, qui a pu reconstituer presque intégralement l'ensemble du port d'Ostie.

On y trouvait un premier port, celui de César ou de Claude, fermé par deux jetées courbes, laissant entre elles une passe de 180 mètres de largeur, protégée en avant, à 65 mètres

Digitized by Google

de distance, par un brise-lames; ce bassin avait 970 mètres de largeur et 760 mètres de profondeur, offrant une surface d'eau de 69^{h},7950$^{m^2}$. Les jetées, dans leur partie droite, avaient 40 mètres de largeur, dont 28 mètres occupés par des magasins ou des portiques; les parties courbes qui fermaient le port, n'avaient que 25 mètres de largeur, ne portaient pas de magasins, et se terminaient par deux musoirs carrés décorés de petits temples; le tout était abrité et circonscrit du côté du large par des murs élevés.

Le brise-lames qui couvrait la passe, avait été fondé, au dire de Suétone, de Pline, de Juvénal et de Dion Cassius, sur le grand navire de Caligula, qui avait apporté d'Egypte l'obélisque et les quatre blocs d'angle du cirque du Vatican, pesant ensemble plus de 1000 tonneaux; sur ce môle, on avait élevé un phare gigantesque à sept étages, des logements pour les *vigiles* et les gardiens des feux, et, aux deux musoirs, les statues monumentales de Claude et de Trajan.

Au fond de ce premier bassin, terminé par deux pans coupés, débouchait un chenal contourné, pour offrir sans doute des obstacles au mouvement des alluvions ou des courants; la largeur de ce chenal s'abaissait successivement de 250 mètres à 125 mètres et à 66 mètres; sur son parcours, il rencontrait le canal de 20 mètres de largeur qui mettait le port en communication avec la dérivation du Tibre, devenue le bras actuellement navigable. Les barques pouvaient remonter jusqu'à Rome; deux grandes voies, *Ostiense* et *Portuense*, reliaient d'autre part le port à la capitale.

Trajan fit creuser, vers la fin du Ier siècle, le bassin qui porte son nom, et lui donna la forme d'un hexagone régulier de 715^{m},54 de plus grand diamètre et de 357^{m},77 de côté, offrant une surface de 32^{h},1990$^{m^2}$; pour le mieux abriter sans doute de l'agitation des eaux et des vagues du premier bassin, on lui donna accès sur le chenal et non sur le port de Claude.

Les autres bassins ou passes donnaient une surface supplémentaire de 10 hectares, ce qui représentait pour l'ensemble de tout le port d'Ostie une surface totale de 111^{h},9940$^{m^2}$.

Les quais et les môles étaient en blocages revêtus de briques ou de réticulé, avec chaînes de travertin, et surmontés de

Digitized by Google

grands couronnements en pierre de taille ; leur développement offrait une longueur de 2700 mètres de quais de 25 mètres de largeur, de 3300 mètres de 12 mètres seulement, et en tout une longueur de 6000 mètres, avec une surface totale de débarquement de 10ᵃ7100ᵐᵉ, sans compter les portiques ou quais couverts. Des bornes en marbre et en granit, numérotées, servaient pour les amarrages.

Ces quais étaient bordés de portiques en belles arcades doriques plein cintre, sur lesquels ouvraient de vastes magasins, greniers ou entrepôts; ces arcades formaient des promenades couvertes, comme on en retrouve dans beaucoup de villes italiennes ou espagnoles. Dans les parties où ces portiques manquaient, un simple mur isolait le port et les quais des quartiers voisins.

On retrouve, du reste, à Ostie, dans la *ville du port*, des rues de 15 mètres de largeur au maximum, toutes bordées des mêmes arcades, sur lesquelles prenaient jour des magasins particuliers avec murs en réticulé ou en briques recouvertes de marbre ou de stuc; le sol de ces magasins est quelquefois relevé de 1 mètre, pour faciliter, sans doute, les chargements.

Au sud, le long du Tibre, s'étendait le beau *portique de Placidie*, de 537 mètres de longueur, allongé à plusieurs reprises, d'après les raccordements que l'on voit encore; le port et ses annexes étaient entourés d'une muraille continue du côté de la terre et de la mer, et défendus par une citadelle; on y pénétrait par cinq portes gardées.

Le port comprenait encore dans son enceinte le palais du préfet de la flotte, des temples, des thermes, des forums, des poids publics, une naumachie, etc.; un aqueduc lui amenait de l'eau douce. Aux environs étaient des salines fort importantes.

L'Ostie moderne, ou Fiumicino, a été fondée, vers 830, par le pape Grégoire IV, à 3 kilomètres au sud-ouest de l'ancienne Ostie impériale, saccagée en dernier lieu par les Goths, à la fin du Vᵉ siècle.

Antium.

Le port d'*Antium* (aujourd'hui Anzio) se trouvait placé à la limite des atterrissements du Tibre; ce petit port n'offrait

Digitized by Google

d'autre particularité remarquable que la disposition de sa jetée, établie au moyen d'une double digue à arcades contrariées, dans le but de laisser passer librement les alluvions du Tibre, tout en arrêtant l'agitation du large et en empêchant sa propagation dans le port; il se fit malheureusement, faute d'entretien et de curages fréquents, des atterrissements entre les deux lignes; l'ensablement gagna bientôt et envahit le port, à un tel point qu'il fallut recreuser à côté un autre bassin, qui ne put échapper à son tour à la même cause de ruine.

Terracine.

Terracine fut, dans l'origine, une ville volsque, dont le port fut de bonne heure très-florissant; bien abrité des vents et des mers du sud-est (pl. VI, fig. 7), il offrait un refuge précieux à la flotte militaire de Misène, avant qu'on eût ouvert le bassin intérieur de la *Mare Morto*, et plus tard les lacs Lucrin et Averne.

Placé entre Ostie et Pouzzoles, le petit port de Terracine dut présenter un mouvement commercial important, surtout après l'établissement par Auguste du canal navigable des Marais Pontins, qui ne laissait plus au transport par terre qu'un parcours d'environ 45 kilomètres à effectuer sur la voie Appienne, pour gagner Rome.

Ce port, placé dans une faible échancrure de la côte, fut artificiellement formé par un môle extrêmement solide, de 680 mètres de développement, présentant deux alignements droits raccordés par un grand arc de cercle; son plus grand diamètre avait 402 mètres, le plus petit 380 mètres; la surface intérieure était de $11^{h},7100^{m^2}$, avec une longueur de quais de 1160 mètres sur $15^{m},60$ de largeur, occupant tout le couronnement du môle; ce couronnement s'élevait à $3^{m},35$ au-dessus de la mer; le talus extérieur était considérable, et le pied était défendu par de forts enrochements. Vers l'intérieur, le parement du môle et du quai s'abaissait verticalement; le couronnement en pierre de taille était supporté par des modil-

Digitized by Google

lons percés transversalement pour offrir des points d'attache aux vaisseaux.

La passe d'entrée, ménagée près de la terre, avait 112 mètres de largeur; elle se trouvait bien un peu exposée aux vents du nord-est, mais ils sont assez rares, et, de plus, les hauteurs voisines en garantissent suffisamment. Un mur d'enceinte, sur le môle, abritait le port contre les vents du large. Ces ouvrages étaient en *opus reticulatum*. Les entrepôts étaient construits à l'aplomb du quai.

On ne sait exactement à quelle époque rapporter la création de ce port; on sait toutefois qu'Antonin le fit restaurer; ce port était exposé aux ensablements qui ont formé les cordons littoraux et la ceinture des Marais Pontins; les émissaires, créés pour l'écoulement des Marais, déversaient des alluvions qui, sous l'influence des vents du large, étaient rejetées vers Terracine. On dut entreprendre plusieurs fois des curages, car on retrouve à peu de distance des tertres de déblais limoneux.

Le pape Pie VI fit déboucher dans ce port une branche de son grand émissaire des Marais, pour le réunir à cette grande ligne navigable et amener les produits à 45 kilomètres de Rome; cet embranchement de 5 kilomètres de longueur, le canal de Mortaccino, eut une action plus funeste que les canaux voisins, le portatore de Badino et le Fiumicello, pour hâter l'ensablement du port; c'est peut-être pour essayer de conjurer ce danger qu'on ouvrit dans la jetée une seconde passe, en vue d'entretenir dans le bassin un courant transversal qui entraînât au loin les apports; mais on n'a pas réussi à vaincre l'ensablement, qui a rendu le port impraticable.

Misène.

Sur le golfe de Pouzzoles fut placé d'abord dans la grande baie de Misène l'un des trois ports militaires romains, destiné à la flotte de la mer Tyrrhénienne (pl. VI, fig. 1). Les deux autres ports militaires furent Ravenne pour la mer Supérieure, et Fréjus pour les côtes des Gaules et d'Espagne; plus tard, on

Digitized by Google

établit d'autres stations militaires à Boulogne pour surveiller la côte de l'Océan, à Alexandrie pour la côte d'Afrique.

Le premier port de Misène occupa l'anse profonde, divisée en deux bassins intérieurs, comprise entre le cap et le mont Misène et la pointe de Pennata; ces deux bassins naturels, bien abrités par les hauteurs voisines, étaient accessibles pourtant aux mers si dangereuses du sud-est, devant lesquelles toute la flotte était obligée de fuir, pour chercher un refuge à Terracine. On essaya, paraît-il, de fermer l'entrée de la baie par un môle à arcades; mais on ne retrouve absolument rien de cet ouvrage. Agrippa voulut créer un bassin plus tranquille : il réunit dans ce but par un canal le fond de la baie à une lagune naturelle appelée aujourd'hui la *Mare Morto;* ce troisième bassin, isolé de la mer au sud par un simple cordon littoral peu saillant, laissait entrer les vents du sud et passer même les lames, qui le troublaient profondément; Agrippa fit relever le couronnement de cette plage par une digue de 1400 mètres de longueur, et mit le bassin à l'abri des coups de mer; c'était la levée de *Miniscola,* corruption de Miliscola, parce qu'elle servait aux exercices des soldats et marins de la flotte.

Le bassin de la Mare Morto avait environ 54 hectares de surface; les bassins antérieurs de la baie en avaient ensemble 44.

Dans la mauvaise saison, les coups de vent du sud-est passaient encore et parvenaient à bouleverser le bassin et à compromettre la sécurité de la flotte; Agrippa chercha un bon port de refuge, moins éloigné et moins dangereux à atteindre que le port de Terracine; il le trouva à 2 ou 3 milles de distance, sur le même golfe, en reliant par un canal, au lac Lucrin, le lac Averne, ancien cratère parfaitement abrité. C'est cette réunion des deux lacs que Virgile célébrait dans ces vers des *Géorgiques* en l'honneur d'Agrippa :

« *An memorem portus, Lucrinoque addita claustra;*
« *Atque indignatum magnis stridoribus æquor,*
« *Julia qua ponto longe sonat unda refuso,*
« *Tyrrhenusque fretis immittitur æstus Avernis?* »

Digitized by Google

Pouzzoles.

De l'ancien port de Pouzzoles (*Puteoli,* puis *Dicæarchia*), il ne reste que le môle, qu'on a souvent confondu avec ce pont de bateaux que Caligula fit construire un jour de Pouzzoles à Baïes (pl. VI, fig. 1). Ce port fut, après celui d'Ostie, le plus fréquenté de la Péninsule ; il jouissait de cet avantage précieux, d'offrir aux navires un fret de retour, chose rare en Italie, avec sa précieuse pouzzolane, qu'on employait partout, avec un succès complet, pour tous les travaux maritimes ou autres. Il correspondait avec Carthage et Alexandrie, et communiquait avec Rome par une des meilleures voies, la voie Appienne ; avec ces avantages, il parvint à garder, malgré l'agrandissement d'Ostie, une situation très-florissante jusqu'à la chute de l'Empire. Ce port se trouvait du reste dans des conditions de sécurité très-grande : il ne se développait dans ces parages aucun atterrissement dangereux, et l'on ne s'explique même pas la nécessité des arcades ménagées dans la jetée qui abritait le port. Ces garanties particulières, si peu communes dans les ports de l'Italie, frappèrent Néron, qui voulut relier, comme nous l'avons vu, Pouzzoles au Tibre et en faire un port d'arrivages pour Rome, un port assuré de l'avenir, de préférence à Ostie, dont on sentait déjà sans doute la situation menacée.

Le port était formé par le môle qui abritait assez complétement, contre les mers du large, une surface d'environ 24 hectares. Ce môle était tracé de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, avec une certaine inflexion vers le nord ; il se dirigeait sur la pointe de Baïes, comme si l'on s'était réservé de le prolonger par la suite, et de former un jour, de Pouzzoles à Baïes, un port immense de plus de 500 hectares. On n'est pas fixé sur l'époque exacte de sa construction ; on sait toutefois qu'il fut exécuté à forfait sur un contrat qui est parvenu jusqu'à nous, décrivant minutieusement l'ouvrage, mais laissant au choix de l'entrepreneur les procédés à suivre. Une inscription rappelle seulement que six arches tombées furent refaites par Antonin.

Digitized by Google

Ce môle avait 384^{m},77 de longueur ; les piles avaient une section carrée, dont le côté allait en augmentant depuis 8^{m},68 au rivage, jusqu'à 15^{m},78 au musoir ; leur écartement était de 10 mètres, et l'espace libre était recouvert par une voûte plein cintre, dont les naissances étaient au niveau de l'eau. Aux piles étaient fixées de grosses pierres percées, pour servir à l'amarrage des vaisseaux. Cet ouvrage fut construit en briques et en pierre de taille de Cumes, d'un très-grand appareil ; le mortier, fait avec de la pouzzolane, a résisté d'une façon admirable. Les arcades en briques plates sont plus ou moins ruinées, mais les piles sont encore debout au milieu des flots sans aucun appui. Il reste seize piles dont treize au-dessus de l'eau ; c'était la situation de cet ouvrage il y a deux cents ans, alors que Montfaucon le décrivait. Il semble impossible qu'on n'ait pas fermé par des vannes, comme à Eleusis, ces grands arceaux de 10 mètres d'ouverture, qui devaient laisser passer la houle du sud-est et entretenir dans le port une agitation aussi incommode que dangereuse. Un beau phare en pierres blanches marquait l'entrée du port.

Naples.

Naples n'eut alors qu'un petit port insignifiant, connu sous le nom de *Neapolis* ou *Palæopolis*.

Tarente.

Le port de Tarente (pl. VI, fig. 3) était placé dans une baie intérieure de plus de 12 milles de tour, la *Mare Piccolo* actuelle, au fond du golfe de Tarente ; on y pénétrait par un étroit goulet d'environ 100 mètres de largeur et de 3 à 400 mètres de longueur ; pour le rendre plus sûr et en fermer l'entrée aux mers du sud-ouest, on fit deux jetées, peut-être à arcades, barrant le goulet, et ménageant entre elles une passe, qu'on pouvait franchir sur un pont mobile ou un arc très-surhaussé, si l'on en croit une médaille présentée par Montfaucon.

Digitized by Google

Ce port fut l'œuvre des habitants, qui tirèrent un bon parti de cette position exceptionnelle. Ce port communiquait avec la route de Rome à Brindes ; comme ce dernier port, il était fréquenté par les navires qui venaient de la Grèce.

Brindes.

Le port de Brindes (*Brundusium*, puis *Brentesium*, actuellement Brindisi, pl. VI, fig. 2) fut amélioré par les habitants, qui profitèrent d'un grand nombre d'avantages naturels. Il se composait d'une belle rade enfoncée de 4 à 5 kilomètres dans les terres, pourvue de fonds de 10 à 12 mètres, abritée par des côtes escarpées, et, du côté du large, protégée contre les vents du nord-est par deux îles et des lignes de rochers ; le fond de cette rade communique, par un canal ou goulet de 100 mètres de largeur et de 200 mètres de longueur, avec deux golfes intérieurs ou les deux bras d'un même golfe intérieur, merveilleusement abrité et formant deux ports extrêmement sûrs : celui de l'ouest a 2 kilomètres de longueur, 300 mètres de largeur moyenne et des fonds de 5 à 8 mètres ; celui de l'est offre 1 kilomètre de longueur et 200 mètres de largeur ; la surface totale de ces deux ports est de 80 hectares, avec un contour de 6400 mètres.

Ce port, le plus sûr de l'antiquité, fut une grande station navale au temps des Romains, et le point d'embarquement pour la Grèce, dont on apercevait les côtes de là, comme d'Otrante (*Hydruntum*). La voie Appienne le mettait en communication directe avec Rome.

Ancône.

Le port d'Ancône (*Ancona*, pl. VI, fig. 5) était situé à l'abri d'un cap qui, en se recourbant vers le sud, formait une grande rade naturelle. Cette position fut améliorée encore par les soins de Trajan ; il fit faire, à ses frais, l'ancien môle du nord et un

Digitized by Google

éperon, qui fermèrent plus complétement le port aux mers du nord-ouest; ces travaux furent exécutés avec un grand luxe : les parapets furent en marbre, et les habitants reconnaissants élevèrent sur le vieux môle un bel arc corinthien en marbre à Trajan, à sa femme Plotine et à sa sœur Martiane. Cet ancien môle avait 350 mètres de longueur et 11 mètres de largeur; son éperon s'avançait de 100 mètres, à l'origine du Môle Neuf actuel, qui prolonge l'ancien de 275 mètres. La rade a, par la suite, été fermée du côté du sud par une nouvelle jetée de 600 mètres, qui circonscrit un beau bassin de 80 hectares de superficie.

Rimini.

Rimini (*Ariminium*) eut un port fort important, mais tellement perdu maintenant dans les alluvions de la Marecchia, qu'on n'en retrouve pas la trace; le rivage s'est éloigné de plus d'un kilomètre (pl. VI, fig. 4). On pense reconnaître sur la rive gauche du fleuve, aux contours de l'ancienne enceinte, l'emplacement du port, qui devait avoir la forme d'un trapèze, d'un hectare environ de surface, en plus de ce que les constructions nouvelles ont dû toutefois lui prendre.

Ce port avait été construit par Auguste avec une grande magnificence; on a pu construire l'église Saint-François avec les blocs de marbre qu'on en a retirés; Trajan le fit recreuser, mais l'envasement reprit son œuvre aussitôt après.

Ce port recevait les produits de l'Adriatique et de la vallée du Pô; on les transbordait pour les expédier sur Rome par la Marecchia et la voie Flaminienne. Il partageait cette fonction avec l'ancien port du *Métaurus*, aujourd'hui Fano, qui envoyait les marchandises, par le Métaurus, gagner la voie Flaminienne, et ensuite le Tibre, pour descendre à Rome.

Ravenne.

Ravenne (*Ravenna*) fut le port militaire de l'Adriatique. Au temps d'Auguste, la mer baignait ses murs; une branche méridionale du Pô, canalisée ou creusée par Auguste, reliait le

Digitized by Google

port au fleuve en tournant les barres du lit principal. Ce fut le port d'embarquement de tous les produits descendus de la vallée du Pô pour être expédiés à Rimini ou à Fano, et ensuite à Rome. Le port d'Auguste, appelé *Classis*, pouvait recevoir deux cent cinquante vaisseaux; il avait un phare d'une belle architecture, construit sur le modèle de celui d'Alexandrie, en pierres très-blanches, pour être aperçu de très-loin pendant le jour et marquer la passe sur cette côte très-plate.

Ce port fut comblé par les atterrissements, du VIe au IXe siècle; l'église *Sant' Apollinare in Classe* s'élève aujourd'hui sur l'emplacement de l'ancien port, qui est à 7 kilomètres de la mer.

L'Itinéraire de Ptolémée cite encore au fond de l'Adriatique les ports de Venise (*Portus Venetus*), de Trieste (*Tergiste*) et de Pola (*Portus Planaticus*); mais les deux premiers n'avaient pas alors un développement qui pût faire présager en rien leur prospérité future.

Strabon cite Aquilée (1), ville située sur le fleuve *Natisco*, par lequel les navires pouvaient arriver jusqu'à elle, à 21 kilomètres de la mer; ce fut l'entrepôt du commerce avec l'Illyrie, et même avec la Pannonie, qu'on pouvait rejoindre par *Nauportus* et la Save.

D'autres ports, comme ceux de Reggio et d'Otrante, étaient en communication avec les ports grecs de Durazzo (*Dyrrachium*) et d'Avlona ou Velona (Apollonie). On passait d'Italie en Sicile, du port de Reggio à celui de Messine.

Civita-Vecchia.

Trajan créa le port de Civita-Vecchia (*Centum-Cellæ*) (pl. VI, fig. 6) hors de la portée des alluvions du Tibre, qui ne dépassent guère Palo, à 30 kilomètres au sud; il forma un port avec une jetée qui l'abrita des vents du nord-ouest, et creusa

(1) « *Mœnibus et portu celeberrima.* » (AUSONE.)

Digitized by Google

peut-être le bassin pentagonal qui s'ouvre au nord du port et présente une surface de 2h,4000. Pour la construction de la jetée, on employa, d'après Vitruve et Pline, le procédé des blocs artificiels avec mortier de pouzzolane, procédé qui a pris une si grande place dans les travaux maritimes de nos jours.

Ce port a été complété, en 1761, par le pape Clément XIII, qui a construit de plus, au sud, une jetée courbe comprenant entre elle et l'ancien môle un bassin de 12 hectares, et ménageant une passe de 200 mètres; cette passe a été depuis protégée contre les mers du sud-ouest par un brise-lames placé à 125 mètres en avant et portant le phare à son musoir sud.

Ce port était autrefois relié à Rome par la voie Aurélienne, dont on retrouve des vestiges dans les environs. Il était à 58 kilomètres de Rome, distance double de celle d'Ostie.

Plus au nord, on trouvait le port de Populonia (*Poplinium*), en correspondance avec l'île d'Elbe, dont il recevait des chargements importants de minerai de fer.

Port de la Lune.

Dans le golfe de la Spezzia étaient ouverts deux ports très-vastes; celui de la Lune (*Portus Lunæ*), sur la rive gauche de la Magra, un des plus vastes et des plus sûrs que la nature ait formés, dit Strabon; il se composait de plusieurs anses très-profondes; il exportait les marbres blancs et verts des carrières voisines et les bois de charpente de la Ligurie.

En face de lui était Porto-Venere (*Portus Veneris*).

Sur les côtes de la mer de Ligurie se rencontraient encore les ports de Livourne, de Gênes (*Genua*), d'Albenga, Port-Maurice (*Mauricii portus*), de Monaco (*Herculis portus*).

Messine.

En Sicile, on trouvait, en face de San-Giovanni, le port le plus rapproché de la côte de Calabre, Messine, port naturel protégé par une langue de terre, le bras de Saint-Rénier, recourbée

Digitized by Google

pour former une anse demi-circulaire, une des plus belles et des mieux abritées de la Méditerranée.

Syracuse.

Sur la côte orientale était placé Syracuse, avec son ancien *port de Marbre*, qui en était la merveille; il était dallé en marbre et entouré de nombreuses statues élevées par Denys et Agathocle.

Les principaux ports de la Sardaigne étaient Cagliari (*Caralis*) et Terranova (*Olbia*). En Corse, c'étaient Ajaccio (*Urcinium*), Bastia (*Mariana*), *Dianæ, Favonii* et *Tinanis.*

PORTS DES GAULES.

Les ports les plus intéressants de la Gaule se trouvaient sur la Méditerranée; ceux de l'Océan furent laissés en leur état naturel, sans grande amélioration due à la main des hommes.

Fréjus.

Fréjus (*Forum Julii*) fut le grand port militaire romain sur la côte des Gaules (pl. VI, fig. 9-10). César choisit, pour établir un premier port, une position au fond de la baie de Fréjus, assez bien abritée par la montagne des Maures, le cap d'Aigoux et les hauteurs de Saint-Raphaël; il le ferma aux mers du sud par une jetée en équerre, dont les branches, à peu près égales, avaient 180 et 200 mètres de longueur. Ce port put contenir les trois cents vaisseaux qu'Octave prit à Antoine à la bataille d'Actium.

Ce port était insuffisant; sa disposition ne permettait pas de l'agrandir en prolongeant les jetées; Agrippa, sous Auguste, croyant la position bonne, parce qu'elle était fort éloignée du

Digitized by Google

Rhône, ne se défiant pas assez de l'Argens, commit la grande faute de se maintenir sur ce point, malgré les conseils contraires de Vitruve.

Le port de César fut abandonné au commerce, et le port militaire fut construit en avant; un môle de 540 mètres de longueur fut établi à 170 mètres au sud du premier, à peu près dans la direction de l'est à l'ouest; il se terminait dans l'origine par une courbe pour resserrer la passe à 100 mètres.

Ce port a pu être presque entièrement reconstitué par les fouilles et les recherches de M. Texier. Il était à peu près engagé de 200 mètres dans les terres, et les musoirs de la passe se trouvaient à 340 mètres de la ligne du littoral, la profondeur totale étant de 540 mètres jusqu'à la citadelle, qui s'élevait au fond du port; la surface totale comprise entre les jetées était de $11^{h},4625^{m^2}$.

Par la suite, pour éloigner sans doute les alluvions de l'Argens, qui tournaient le musoir sud et envahissaient le port, on allongea la jetée nouvelle de 160 mètres; la partie courbe qui terminait cette digue vers la passe, se raccordait mal avec le prolongement, d'autant plus qu'on infléchit celui-ci vers le large; il resta sur ce point un angle rentrant, que les ressacs auraient fortement attaqué, s'il n'avait été soutenu par l'épais massif de l'ancien musoir.

Le môle neuf avait 9 mètres de largeur; ce port militaire n'avait pas besoin de quais plus larges, n'ayant pas à faire d'opérations de débarquement de marchandises; la jetée était formée d'un massif en béton de grès et de lave spongieuse, avec mortier de chaux grasse, de pouzzolane, de brique pilée et de sable du Rayran; les revêtements extérieurs étaient en moellons smillés de grès ou de porphyre rouge de l'Esterel, ayant $0^{m^2},015$ de section en parement et $0^{m},30$ de queue. De forts anneaux de bronze de $0^{m},24$ de diamètre ont été retrouvés scellés dans les murs des jetées.

L'ancienne jetée de César avait 8 mètres de largeur. Les môles, sur toute leur étendue, étaient abrités par un mur extérieur continu, soutenu par des pilastres et des contreforts; des bancs en pierre s'appuyaient au pied. Du côté de la terre, le port était défendu par un mur d'enceinte de 3500 mètres de

Digitized by Google

développement, de 8 mètres de hauteur et de 2 à 3 mètres d'épaisseur, commandé par la citadelle et des tours de flanquement de 15 mètres de hauteur; ces constructions étaient en béton revêtu de petits moellons smillés d'un très-petit appareil.

Cette citadelle, placée à l'angle sud-ouest du port, avec sa plate-forme à 7 mètres de hauteur, protégeait le port; le terre-plein fut formé avec les déblais du bassin soutenus par des murs très-solides, très-soignés et fort intéressants à étudier, parce qu'ils reproduisent toutes les variétés de dispositions employées par les Romains pour le soutènement des terres. Sur une face, on trouve de doubles murs parallèles, remplis de sable dans l'intervalle, présentant une épaisseur de 3 à 4 mètres de tête en tête, solution que nous retrouverons à Carthage (pl. VII, fig. 6); sur une autre face, les murs parallèles sont reliés par des murs transversaux, ménageant dans leur épaisseur des cheminées verticales remplies de sable tassé; l'ensemble a 5 mètres d'épaisseur, et les alvéoles ont intérieurement 2 mètres de côté (pl. II); ailleurs, le mur est soutenu par des contreforts réunis par des voûtes à berceau vertical de 1m,25 à 1m,50 de rayon (pl. II); les niches ainsi formées extérieurement sont fermées par un mur continu, pour ne pas servir d'abri aux assaillants; on retrouve, à 3 ou 4 mètres en arrière dans le terre-plein, un second mur parallèle destiné à suppléer le premier en cas de brèche; l'intervalle et les niches sont remplis de sable.

La pratique moderne n'a pas retenu ces procédés rationnels, parce qu'ils sont extrêmement coûteux; il ne faut pas oublier, pour expliquer ce luxe de construction, que ces murs n'avaient pas seulement à soutenir les terres, mais qu'ils devaient encore résister aux assauts et aux coups des machines de guerre.

La citadelle avait la forme d'un hexagone irrégulier allongé, flanqué aux angles par des tours rondes à deux étages, de 14 à 15 mètres de hauteur, engagées au tiers de leur diamètre dans le rempart.

On pénétrait dans le port par un certain nombre de portes fortifiées, entre autres par la porte d'Orée, dont on retrouve les ruines au nord-ouest. On aperçoit encore sur plusieurs points, sur les môles et au milieu du port, les ruines de tours qui

Digitized by Google

devaient protéger l'entrée ou repousser les ennemis, s'ils venaient à pénétrer dans l'intérieur.

A l'angle sud-ouest du port, sur la citadelle, à la naissance du grand môle, s'élevait le phare, dont il restait 25 mètres de hauteur, et qu'on a restauré; il était en communication avec le chemin couvert de la citadelle. On retrouvait à la base les salles pour les *vigiles*, les magasins pour les combustibles et les bois résineux qu'on brûlait sur des grilles au sommet de la plate-forme. Les môles et les passes devaient en outre être signalés par des fanaux, dont on retrouve les dessins sur les médailles antiques.

Un aqueduc, construit sous Claude et restauré sous Vespasien, amenait de 40 kilomètres les eaux de la Siagne, affluent du Rayran, en passant sur un certain nombre de belles arcades de 10 mètres de hauteur, et les conduisait, dans l'enceinte même du port, à une belle citerne à trois nefs (pl. X-XII).

On fit aussi une dérivation de l'Argens, de 6 kilomètres de longueur, qui traversait la voie Aurélienne sous le pont *Argenteus*, subsistant encore, et débouchait au fond du port sous les murs de la citadelle, peut-être en inondant les fossés. Cette dérivation dut largement contribuer à l'ensablement du port, qui, tourné par surcroît vers le large et enseveli par les alluvions du lit principal, se trouve aujourd'hui à 1050 mètres à l'intérieur des terres; ce résultat n'a que trop confirmé les justes craintes de Vitruve, qui signalait tous les dangers de la situation de Fréjus à l'embouchure d'un fleuve.

Dans le port, vers la citadelle, on a retrouvé des plans inclinés maçonnés qui s'élèvent du fond de l'eau jusqu'aux seuils d'une suite de magasins voûtés, ayant $3^m,50$ et $5^m,40$ de largeur; les Romains tiraient assez ordinairement leurs vaisseaux à terre, pour les soustraire le plus possible aux attaques des tarets; on ne peut douter qu'on n'ait trouvé là des cales couvertes, destinées à abriter les vaisseaux, avec leurs avant-cales de halage.

On rencontre dans le port, près des anciens chantiers, des fosses maçonnées remplies, les unes de pouzzolane, les autres de ciment préparé avec des briques très-cuites, d'autres de chaux grasse éteinte, d'après le précepte de Vitruve. On a

Digitized by Google

découvert dans les environs les aires sur lesquelles on a fait cuire les briques et la chaux, à un feu si violent que la surface de la roche est vitrifiée. On a reconnu également les carrières qui ont fourni les matériaux de construction.

Dans l'enceinte du port, il reste des traces des anciennes voies intérieures; le pavage a été enlevé, mais on voit encore le béton de chaux et de briques cassées qui formait le *nucleus*.

Dans ces parages, les ports d'Antibes (*Antipolis*), de la Napoule (Port Oxybien), de Toulon (*Telo Martius*), de La Ciotat (*Portus Citharistæ*), où l'on a retrouvé d'anciens anneaux d'amarrage, n'avaient sous les Romains qu'une importance médiocre, au dire de Strabon; il n'en était pas de même du port de Marseille.

Marseille.

Une légende connue attribue la fondation de Marseille (*Massalia*), en l'an 600 avant notre ère, à des Grecs des îles Ioniennes qui en chassèrent les Phéniciens et s'y établirent; un peu plus tard, la colonie reçut une émigration de Phocéens qui, refoulés par les conquêtes de Cyrus, vinrent augmenter l'importance de la cité grecque; celle-ci profita successivement de la ruine de Tyr par Alexandre et de Carthage par Scipion, et recueillit leurs héritages maritimes et commerciaux. Les Massaliotes furent les plus hardis navigateurs de leur temps : dès —320, Pythéas remontait jusqu'à la côte danoise, et Euthymenès touchait au Sénégal, laissant derrière lui les reconnaissances les plus audacieuses des Phéniciens. Ils étendaient en même temps leur puissance commerciale et leurs comptoirs; un siècle avant J.-C., ils étaient maîtres de toute la côte du golfe du Lion, de l'embouchure du Var à celle du Rhône, bientôt après à celle de l'Èbre, et, sur le Rhône, ils remontaient jusqu'à Avignon.

Dans la lutte de César contre Pompée, *Massalia* se déclara pour Pompée; pour l'en punir, César s'empara de cette ville après un siége, ne lui laissa que son propre territoire, en dehors de la province des Gaules, avec le titre d'alliée des Romains, et trans-

Digitized by Google

porta le siége du gouvernement à Arles (—48); en même temps, il fondait le port de Narbonne, pour ruiner le commerce de Marseille. Grâce à la franchise de son port, Marseille put toutefois lutter encore avec grand avantage.

A l'origine, la vieille cité phocéenne s'étendait vers la rive nord du port, sur la colline (1); le port avait alors les dimensions du Vieux Port actuel; Étienne de Byzance dit qu'il y avait là un banc fangeux que les Phocéens creusèrent; mais cela ne semble pas probable. Tout le mouvement dut se concentrer sur la rive nord du bassin, la mieux abritée, situation qui s'est maintenue jusque vers le XVIe siècle; de vieux dessins du temps représentent les navires massés le long de la rive du nord, tandis que la rive opposée est déserte et ne présente que de rares constructions; ce dernier côté, moins abrité du reste qu'aujourd'hui par les hautes maisons élevées entre la colline et le port, devait être fort peu hospitalier par les vents du nord-nord-ouest (mistral).

L'entrée du vieux bassin par un passe étroite, la position de la ville entre ce bassin et la mer comme dans une presqu'île, sont décrites par ces vers de Festus Aviénus sur Marseille :

« *Massilia et ipsa est;* . . . . . .
« . . . . . *tenuis via*
« *Patet inter undas; latera gurges adluit.*
« *Stagnum ambit urbem, et unda labit oppidum*
« *Laremque fusa : civitas pœnè insula est.* »

Des chantiers de constructions navales étaient établis vers cette petite presqu'île, sur laquelle on éleva un phare, qui lui fit donner le nom de Pharo.

Dans toute cette période, la surface du Vieux Port ne fut guère utilisée que dans sa moitié septentrionale, sur 12 ou 13 hectares, avec le développement d'environ 1,000 mètres de son quai nord.

Aujourd'hui, la surface totale du port est de 112 hectares,

(1) « Le port de Marseille, dit Strabon, était situé (exposé) au midi, au « pied d'un rocher en amphithéâtre, entouré de fortes murailles, ainsi que « la ville entière, qui est d'une grandeur considérable. »

Digitized by Google

même de 138 hectares de surface abritée, avec 9300 mètres de longueur de quais; les besoins actuels du trafic en exigeraient même 14000 mètres, que le commerce réclame avec instance, et qu'on se dispose à lui donner.

Les Fosses Mariennes et Arles.

A l'ouest de Marseille, on trouvait marqués dans les Itinéraires maritimes les ports des Fosses Mariennes (*Fossæ Marianæ*) et d'Arles (*Arelate*).

Le port des Fosses Mariennes était situé à l'embouchure du canal de Marius; la position de ce port et de ce canal a été quelque peu controversée; toutefois, d'après le plus grand nombre d'auteurs, l'entrée devait se trouver un peu au sud-ouest du petit village de Fos, hypothèse que vérifient assez bien quelques données des Itinéraires, la configuration des lieux et la présence de ruines qu'on découvre au fond des eaux. Le port aurait été compris peut-être entre deux digues parallèles au rivage, appelées Codoulières, faites en cailloux de la Crau, apportés et disposés évidemment par la main des hommes; ces digues, écartées l'une de l'autre d'environ 125 mètres, laissaient entre elles une surface suffisante pour un bassin assez important.

Grâce à sa communication avec la mer par le Rhône ou le canal de Marius, Arles (1) resta un port très-fréquenté et le point de jonction des navigations fluviale et maritime. C'était même, au IVe siècle, un port d'embarquement direct pour l'Afrique. Sous les empereurs, une flotte stationnait à Arles.

Martigues (*Maritima Avaticorum*) fut aussi déjà un petit port florissant, à l'entrée de l'étang de Berre (*Mastramela stagnum*).

Le port d'Agde (*Agatha*), sur l'Hérault, se trouvait beaucoup plus rapproché de la mer; les alluvions et les dunes ont

---

(1) « . . . . . *duplex Arelate, tuos blanda hospita portus,*
« *Gallula Roma Arelas,* . . . . . .
« . . . . . *Romani commercia suscipis orbis.* »

AUSONE.

Digitized by Google

considérablement avancé le rivage ; Agde a pu toutefois échapper à l'envahissement des dunes, qui, au sud du cap Creux, sur la côte de Catalogne, ont enseveli le port et la ville si commerçante d'*Emporium*.

Narbonne.

Narbonne fut fondé, — en 118, et chargé de commander la route nouvellement ouverte à travers la Septimanie ou le pays des Volkes Tectosages, pour relier l'Italie à l'Espagne; plus tard, en — 48, César, pour punir les Marseillais d'avoir embrassé la cause de Pompée, en fit le grand port romain de la Gaule. La mer s'étendait alors, dit M. de Martin, entre la Nouvelle et Capestang, formant un lac intérieur séparé de la mer par une suite d'îles, de la Clape, de Gruissan et de Leucate ; l'Aude débouchait dans ce lac, et Narbonne était au fond de cette rade naturelle, à l'embouchure du fleuve. Ce port, entretenu par les empereurs, disputait à Arles le commerce de la Gaule avec Rome, et Narbonne fut après Lyon la ville la plus peuplée de la Gaule (1). Son port concentrait tous les produits de la vallée de la Garonne et de l'Adour, et même du plateau central.

Les alluvions marchaient alors assez lentement : Narbonne put conserver assez longtemps librement ouvert l'accès de son port; mais, depuis six cents ans, les atterrissements se sont développés avec une extrême rapidité, en comblant la lagune sur 14 kilomètres de longueur, et ont précipité la ruine de Narbonne; on essaya bien de retenir par des digues l'ancien

---

(1) « *Quis memoret portus tuos, montesque, lacusque?*
« .....
« *Te maris Eoi merces, et Iberica ditant*
« *Æquora : te classes Libyci Siculique profundi :*
« *Et quidquid vario, per flumina, per freta, cursu*
« *Advehitur, toto tibi navigat orbe* κατάπλους. »

AUSONE.

Sidoine Apollinaire vante Narbonne pour ses murs, ses ports, son pont, son fleuve, ses étangs, ses salines, ses entrepôts, ses thermes, etc., qui étaient magnifiques.

Digitized by Google

cours de l'Aude, mais ces chaussées furent emportées en 1320, et le fleuve prit une autre direction, emportant ce qui restait du commerce et de la prospérité de Narbonne.

PORTS DE L'OCÉAN.

Les principaux ports de la Gaule, sur l'Océan, marqués par les Itinéraires, furent :

Bayonne (*Lapurdum*),
Bordeaux (*Burdigala*),
La Rochelle (*Portus Santonum*),
Saintes (*Mediolanum Santonum*),
Pornic (*Secor portus*),
Nantes (*Portus Namnetum*),
Lorient (*Vindana portus*),
Douarnanez (?) (*Vorogium*),
Brest (*Gesocribate* ou *Gesobrivate*),
Morlaix (*Statiocanus*),
Granville (*Reginea*),
Cherbourg (*Coriallum*),
Caen (*Viducasses*),
Honfleur (*Neomagus*),
Harfleur (*Carocotinum*),
Le Tréport (*Ultriportus*),
Yport ou Wissant (*Iccius portus*),
Boulogne (*Gesoriacum*),
Ambleteuse (*Portus ulterior*).

On dut trouver encore des refuges à Saint-Brieuc, Barneville, Fécamp, Dieppe, Saint-Valery, etc. Ces ports, en dehors des bouches des fleuves, furent des anses ou des plages d'échouage ; on ne trouve des traces de travaux qu'à Belz (Morbihan) et à Harfleur.

Un plan de Bordeaux au IVe siècle, reproduit par M. de Caumont, représente comme port un bassin rectangulaire de 250 mètres par 600 mètres environ de côtés, perpendiculaire à la rive, entouré de quais et communiquant avec la Garonne

Digitized by Google

par un canal de 200 mètres de largeur et de 450 mètres de longueur (pl. IX).

Les ports dans les estuaires eurent une importance fort grande, mais le plus souvent les vaisseaux durent rester en rivière et ne trouvèrent pas de bassin artificiel. Parmi les havres de la côte, Boulogne tint la principale place comme port d'embarquement pour la Grande-Bretagne, et comme station d'une flotte militaire chargée de surveiller la côte de la Manche (rive saxonique) et de la défendre contre les incursions des Saxons.

Le commerce des côtes gauloises fut entre les mains des Venètes, qui avaient à peu près accaparé le monopole du commerce maritime des côtes de la Gaule, de Bordeaux à Leyde, des bouches de la Gironde à celles du Rhin, et des côtes de la Grande-Bretagne.

PORTS DE LA BRETAGNE.

Dans l'île de Bretagne, les ports en correspondance avec le continent furent Douvres (*Dubris*), Deal et Londres (*Londinium*); on trouvait encore Plymouth (*Tamara*), Newport (*Isca Silurum*), Glocester (*Glenum*), Chester (*Bovium*), etc.

PORTS DE L'ESPAGNE.

Les deux grands ports commerciaux de l'Espagne furent Cadix (*Gades*) sur l'Océan et Carthagène (*Carthago nova*) sur la Méditerranée ; quelques môles construits par les Romains améliorèrent encore les avantages de ces positions.

Les riches produits des mines de la vallée du *Bœtis* et des chaînes de montagnes parallèles s'exportaient à Ostie et à Pouzzoles par Cadix; les bois, les sels gemmes, les laines, les minerais de la Turditanie et de la Lusitanie descendaient le Guadiana (*Anas*) ou le Tage, et par les Colonnes d'Hercule gagnaient les côtes de l'Italie en profitant des vents *étésiens*.

Le commerce du versant méditerranéen fut moins impor-

Digitized by Google

tant; il exportait les soufres de Monda, les toiles de lin d'Emporium, les fers de Denia, les spartes et les joncs de Sagonte.

On trouvait sur les côtes de la Méditerranée :

Barcelone, qui fut, comme Alméria au cap de Gate, le centre de grandes exploitations de plomb.

Tarragone, malgré son énorme population de un million d'habitants et son enceinte de 64 kilomètres de tour, n'eut qu'un seul mouillage.

Carthagène fut le port le plus vaste de l'Espagne après Cadix; cette ville avait été fondée par Asdrubal, en — 227, attiré par les riches mines d'argent des environs, et devint le chef-lieu des possessions carthaginoises; les Romains se substituèrent, un demi-siècle plus tard, aux Carthaginois, et donnèrent un grand développement à cette fondation. La ville fut détruite par les Goths et par les Maures.

Malaga fut un port d'origine phénicienne; Rocadillo (*Carteia*), à côté de Gibraltar, fut un arsenal maritime important, avec des loges pour les navires.

Au-delà des Colonnes d'Hercule, on trouvait sur l'Océan : Cadix, protégé par un môle, et en face Puerto-Real (*Portus Gaditanus*); puis Lagor (*Lacobriga*); Tavira (*Balsa*), avec un port aujourd'hui ensablé par le Rio Sequa; Setubal (*Cetobriga*), à l'embouchure du Rio Sado; Lisbonne (*Olisippo*, puis *Felicitas Julia*), qui fut un port assez peu considérable sous les Romains; Aveiro (*Averium*), port à l'embouchure du Vonga, barré et obstrué maintenant par les sables; Porto (*Portus Cale*), qui fut entouré d'une muraille de 10 mètres de hauteur et de 44 kilomètres de développement. Vigo (*Vicus Spacorum*) fut un port important sous les Romains; La Corogne (*Portus Magnus*) avait un phare célèbre, la *tour d'Hercule*, construite au bout de la presqu'île, antérieurement à la conquête romaine; on retrouve enfin des tours et des vestiges de constructions importantes au port de Carril.

Il y eut encore des ports assez fréquentés aux deux Colonnes d'Hercule : Ceuta (*Abyla*) et Gibraltar (*Calpe*), puis Port-Mahon (*Portus Magonis*), dans les Baléares, où l'on retrouve de nombreux restes de constructions cyclopéennes. Les Romains avaient des mouillages jusqu'aux îles Canaries (*îles Fortunées*).

Digitized by Google

PORTS DE L'AFRIQUE.

On trouvait, en Afrique, sur l'Océan, El-Arisch (*Lixus*) et Sela (*Sala*), puis Tanger (*Tingis*) et Ceuta (*Abyla*), sur le détroit d'Hercule.

Sur la côte de la Méditerranée, en allant de l'ouest à l'est, on rencontrait :

Si-Sliman (*Portus Camaratæ*);

Au cap Noé, entre Rachgoun et Nemours, le *Portus Gypsaria* de Ptolémée ou l'*Artisiga* d'Antonin;

Rachgoun (*Portus Sigensis*), près des ruines de *Siga;*

Arzew (*Portus Magnus*), près de l'ancienne colonie romaine de *Botioüa*, le Vieil-Arzew, qui a conservé de grandes citernes cubiques et un aqueduc en ruines;

Mers-el-Kébir (*Portus divinus*);

Tenès (*Cartenna*);

Téfésed (*Tipasa*), colonie et port fondés par Claude, avec des quais, des citernes voûtées et un aqueduc amenant les eaux de Marengo;

Entre Tenès et Cherchell, on rencontre de nombreuses criques qui servaient de ports de refuge aux Romains;

Cherchell (*Cæsarea*); dans ce port, on a retrouvé les ruines de gigantesques constructions romaines, une barque romaine chargée de poteries et coulée à fond, de magnifiques citernes de 2000 mètres cubes d'eau, restaurées aujourd'hui, des bassins, des restes d'aqueduc, d'amphithéâtre, de cirque, de thermes, de palais et de théâtre.

Alger (*Icosium*) eut un port naturel protégé par des îlots; on n'y a pas retrouvé de constructions romaines; la marine, dans ce temps, pour un mouvement commercial peu actif, ne réclamait pas toujours de grands travaux; elle tirait le plus souvent ses barques à terre et demandait surtout aux points de relâche de l'eau douce, très-rare sur cette côte; c'est pourquoi, sur la rive d'Afrique, les plus beaux travaux que nous retrouvions dans les stations romaines, sont les aqueducs d'amenée, les réservoirs et les citernes pour l'eau potable. Alger avait ainsi quatre aqueducs et de belles citernes que l'on a appropriées aux usages actuels.

Digitized by Google

Dellis (*Rusuccurus*) fut un mouillage doté par Claude de citernes et de beaux bassins étagés, placés à Sidi-Soussan.

Bougie (*Saldæ*) était une place maritime importante; elle avait un môle dont on croit avoir retrouvé les restes ensablés; l'enceinte romaine, de 2500 mètres de longueur, se retrouve sur un grand nombre de points; les Sarrasins l'entourèrent d'une seconde enceinte de 5000 mètres de développement; on voit encore les restes de belles citernes de construction romaine, et l'on rencontre à Taguemont les ruines du long aqueduc de 15 kilomètres qui leur amenait les eaux de l'Aïn-Arbalou.

Djidjelli (*Igilgili*), colonie fondée par Auguste, avait deux ports.

Collo (*Kollops Magnus* de Ptolémée, *Chullu* de Peutinger) fut un port très-commerçant et une ville très-manufacturière, célèbre par sa belle teinture en pourpre, qui remplaça celle de Tyr.

Philippeville (*Rusicade*) offrait un mouillage, doté de belles citernes au fort Napoléon et à la porte de Stora, et d'un aqueduc amenant les eaux du barrage de Bou-Melek.

Bône (à 2 kilomètres de l'ancienne *Ubbo* ou *Hippo-Regius*) avait un quai de débarquement sur la Seïbouse, avec un éperon formant le port d'Hippone; la ville occupait 60 hectares de surface, et possédait de beaux réservoirs alimentés par un aqueduc venant du Mont Edough, et aujourd'hui réparé.

Sur la côte de Tunisie, nous signalerons seulement les deux ports de Bizerte (*Hippo-Zarytos*) et de Porto-Farina (*Utique*), pour arriver au port plus intéressant de Carthage, que les fouilles et les recherches de M. Beulé sont parvenues à reconstituer presque entièrement.

Carthage.

La position de la Zeugitanie fut particulièrement avantageuse pour l'établissement des grands entrepôts du commerce de l'Afrique; la traversée, de 80 milles environ (150 kil.), du cap d'Hercule (cap Bon) à Lilybée, en Sicile, la plus courte d'Afrique

Digitized by Google

en Europe après celle des Colonnes d'Hercule, pouvait être facilement tentée par des navigateurs sans boussole, guidés par la vue des hautes montagnes de la Tunisie et de la Sicile, ou, la nuit, par la Petite Ourse, sans grand risque de perdre sa route; avec un peu de vent favorable, le trajet pouvait facilement s'effectuer en un jour. Pour se disputer les avantages de cette situation, les ports de Bizerte, d'Utique, de Carthage et de Tunis (*Tunes*) vinrent s'établir et se presser sur cette côte, vers laquelle s'acheminaient par des caravanes les produits de l'Afrique centrale, depuis l'extrême Mauritanie jusqu'à l'Égypte, symétriquement distribuées, de part et d'autre, par une heureuse disposition naturelle, qui faisait de Carthage le point de passage obligé du courant commercial allant de l'Afrique sur Rome. De ce poste avancé, commandant en quelque sorte les deux moitiés de la Méditerranée, les Carthaginois surent tirer tout le parti possible de leur situation pour accaparer d'abord tout le commerce de la côte d'Afrique et, pendant un temps, de toute la Méditerranée, de l'Espagne à la Phénicie, et pour s'annexer peu à peu tous les territoires qui entouraient le sud de ce bassin.

Ils pensèrent un moment faire échec à la puissance romaine; mais ce peuple, plus commerçant que guerrier, avait organisé plus fortement ses comptoirs que ses places fortes; réduit à combattre avec des mercenaires, le génie d'Hamilcar, d'Asdrubal et d'Annibal ne put prévaloir contre l'habileté des deux Scipion, soutenue par l'admirable discipline des armées romaines.

Les restes de la ville et du port de Carthage étaient depuis longtemps enfouis profondément dans les sables; on n'apercevait plus, sur le bord de la mer (pl. VII, fig. 3), au sud du cap Carthage, que deux fosses ou formes voisines à contours un peu indécis, l'une circulaire, l'autre elliptique allongée, qui marquaient l'emplacement de l'ancien port; on le supposait du moins, sur les rapports de Polybe et d'Appien, qui attribuaient à Carthage deux ports reliés ensemble, avec une entrée de 70 pieds sur la mer, fermée par des chaînes. D'après les anciens auteurs, le premier bassin était plus spécialement désigné sous le nom de *Cothon :* c'était le port militaire; il affectait la forme d'un cercle,

Digitized by Google

avec une île ou terre-plein concentrique au milieu; le bord en était occupé par une série de cales pouvant contenir deux cent vingt vaisseaux; au-dessus de ces cales étaient des magasins pour les agrès; les murs qui séparaient ces loges, se terminaient en avant par des colonnes ioniques, qui donnaient au pourtour l'aspect d'un beau portique monumental. Dans l'île étaient le logement et le pavillon de l'amiral ou *navarque*, qui envoyait ses ordres par des signaux et des sonneries de trompettes.

Le second bassin, relié au premier par un chenal, était le port marchand, qui pouvait, d'après Diodore de Sicile, contenir jusqu'à deux mille navires.

Pour enlever le dernier refuge de la puissance carthaginoise, Scipion avait bloqué la ville et son enceinte, de 20 kilomètres de tour, par un fossé et un mur de 12 pieds de hauteur; pour affamer les sept cent mille habitants de Carthage, il avait dû fermer le port, en jetant devant l'entrée une digue de 92 pieds de largeur à sa base et de 24 au sommet; les Carthaginois ouvrirent une nouvelle passe, et leur flotte improvisée faillit un jour surprendre et détruire la flotte romaine. Après deux ans de siége, la muraille d'enceinte fut forcée, et la forteresse Byrsa, défendue par Asdrubal, se rendit après un combat acharné. Les Romains incendièrent et ruinèrent tout ce qui pouvait rappeler le souvenir de leur odieuse rivale (—146). Un siècle plus tard, en —44, une colonie romaine, envoyée par J. César, vint s'implanter sur ces ruines et réparer à la hâte l'ancien port, qui redevint un port de commerce appelé *Mandracium;* il recouvra un peu de son ancienne prospérité, et, par la force des choses et l'avantage de sa position, la ville redevint encore la plus commerçante de l'Afrique, après Alexandrie. En 439, les Vandales s'en emparèrent; elle leur fut reprise, en 534, par Bélisaire, sous Justinien, qui fit construire sur le bord de la mer un monastère fortifié; les Arabes la prirent d'assaut en 698, et la ruinèrent une seconde fois de fond en comble; ce qui avait pu échapper à la rage des Romains, des Vandales et des Arabes disparut successivement par la suite, emporté par les Pisans, les Génois et les Espagnols, qui enlevaient les marbres comme lest précieux.

Ce port était d'ailleurs menacé d'une destinée commune à

Digitized by Google

beaucoup d'autres : le fleuve Medjerdah (*Bagradas*) verse ses eaux limoneuses au nord-ouest, dans le golfe d'Utique, dont le fond ensablé s'avance aujourd'hui de 19 kilomètres dans la mer; elles sont poussées par les vents régnants du nord-ouest dans le fond du golfe de Carthage, vers Tunis, en passant devant Carthage, en envasant toutes les anses qu'elles rencontrent ou en atterrissant les rivages; les vents régnants du nord, c'est-à-dire du large, repoussent ensuite ces sables vers l'intérieur en dunes envahissantes, qui ont achevé de recouvrir l'emplacement des anciens ports de Carthage, sur lequel les Arabes ont aujourd'hui planté des vignes.

M. Beulé a pu relever presque tous les détails et rétablir le plan de ces anciens ouvrages; ces recherches n'étaient pas très-faciles, d'autant plus que les constructions avaient été systématiquement ruinées aussi profondément et aussi complétement que possible par la fureur des Romains et la cupidité des Génois. On a pu toutefois retrouver dans les sables, par des fouilles profondes, les anciennes fondations à un niveau que l'eau n'avait pas permis d'atteindre (pl. VII, fig. 3-4-5-6).

Le port militaire avait, comme l'île centrale, la forme circulaire; les anciens semblent avoir beaucoup prisé cette forme, qu'on retrouve au Cothon d'Utique, à celui d'Harfleur, sans doute pour cette raison, déjà donnée à l'occasion des formes hexagonales, qu'elles renferment la plus grande surface sous le moindre contour. Le Cothon de Carthage avait 325 mètres de diamètre; l'île centrale avait 106 mètres de diamètre et une surface de 8824 mètres carrés; son quai était soutenu par deux murs concentriques de 1 mètre et $0^{m},85$ d'épaisseur, éloignés l'un de l'autre de $7^{m},50$; une jetée de $9^{m},60$ de largeur reliait cette île à la terre et conduisait au Forum; cette jetée était interrompue pour laisser aux barques d'un côté à l'autre une petite passe de $4^{m},55$; un pont mobile devait couvrir cette coupure. A l'autre extrémité du diamètre, un escalier de $2^{m},30$ de largeur descendait au niveau de l'eau pour les embarquements.

Les murs de quai étaient construits en petits matériaux liés par du ciment; ils devaient être recouverts de revêtements et de dallages, qui ont été arrachés.

Le chenal circulaire de $109^{m},50$ qui entourait l'île, avait

Digitized by Google

été creusé dans une argile jaunâtre dont les déblais forment dans le voisinage un dépôt de 16 à 18 mètres de hauteur, seule colline qui existe dans la plaine.

L'île et les quais pouvaient s'élever à $1^{m},50$ ou 2 mètres au-dessus de l'eau. On retrouve les fondations du pavillon amiral, en grandes assises rectangulaires de cette belle construction carthaginoise, qu'on reconnaît partout à la perfection du travail et à la précision de ses joints sans ciment; les assises étaient en tuf, de $1^{m},27$ d'épaisseur.

La surface totale du grand chenal circulaire était de $7^{h},3457^{m^2}$, avec une longueur de quais de 1365 mètres. Contre le mur extérieur, M. Beulé a retrouvé les fondations des cales couvertes révélées par Appien; la largeur d'axe en axe était de $5^{m},90$, laissant entre les murs une distance de $5^{m},50$ au maximum; on n'a pu rencontrer aucun indice qui renseignât sur leur longueur. Cette largeur de $5^{m},50$ donne le maximum de la largeur au maître-couple hors bordage des navires carthaginois; cette donnée se vérifie d'ailleurs sur un autre point. On retrouve les tronçons des colonnes cannelées ioniques que les Carthaginois, grands admirateurs de l'art grec, avaient placées pour décorer le portique de ces cales couvertes; on a mis encore au jour quelques architraves et quelques entablements recouverts d'un stuc rougeâtre, qui faisaient partie de cette belle colonnade circulaire.

Cette disposition de port circulaire avec une île centrale avait été imitée à Utique, près de Porto-Farina, au sud-est de Bizerte (*Hippo-Zarytos*); l'île centrale avait 88 mètres de diamètre, le Cothon tout entier 156 mètres, ce qui laissait au chenal une largeur de 34 mètres seulement; les vaisseaux se rangeaient nécessairement arrière à quai et ne pouvaient se dégager de leur poste que par un espace laissé libre autour de l'île; pour cette manœuvre, à moins que les navires ne sortissent les uns après les autres, il fallait un chenal libre de 10 mètres au moins, et la largeur de 34 mètres du chenal d'Utique semblerait indiquer que les vaisseaux n'avaient alors que 24 à 25 mètres au plus de longueur.

M. Beulé a retrouvé encore dans ses fouilles de Carthage des clous de navire en bronze, des têtes de pieux revêtues

Digitized by Google

de fer, des tuyaux faits de feuilles de plomb de 0m,010 d'épaisseur, de 0m,25 de circonférence et de 3m,20 de longueur, soudés à plat en couture et destinés à amener les eaux de la ville dans les citernes du port.

Près de la passerelle, on a reconnu, à côté des anciens murs carthaginois, des murs romains mal soignés, de la basse époque, exécutés évidemment dans la reconstitution précipitée de *Mandracium*.

Sur le côté oriental, les Carthaginois, bloqués dans leur port par la digue de Scipion, firent une coupure pour gagner la mer et surprendre la flotte romaine; les Arabes en firent une autre plus tard, pour amener l'eau de la mer dans la saline du Cothon.

Le port militaire communiquait avec le port marchand par une passe, dans l'axe du port et de la levée; cette passe avait 23 mètres de largeur sur 20 mètres de longueur, mais elle était rétrécie à 18m,46 aux deux têtes par deux musoirs saillants de 2m,27 sur les bajoyers.

Le port marchand était rectangulaire, terminé toutefois du côté du précédent par un arc de cercle de 220 mètres de rayon; sa largeur était de 325 mètres, et sa plus grande longueur de 456 mètres; il offrait ainsi une surface de 14h,8000m² et un développement de quais de 1320 mètres.

Les quais présentaient cette disposition que nous avons déjà signalée et que les Romains imitèrent parfois : un premier mur de revêtement de 1m,21 d'épaisseur, et en arrière, à 2m,50 de distance, un second mur parallèle de 0m,82, avec de la terre pilonnée dans l'intervalle qui les séparait. Du côté de la mer, où l'on redoutait sans doute une plus grande poussée des terres détrempées par les infiltrations, les murs étaient beaucoup plus épais et atteignaient 2m,64.

Une enceinte continue, de 360 stades (36 kilomètres) de développement, entourait la ville et le port, et protégeait en même temps celui-ci contre les vents du large; ce mur, au dire d'Appien, avait 15 mètres de hauteur, était triple, protégé de distance en distance par des tours et défendu par des créneaux. Théodose le reconstruisit pour abriter le port de Mandracium.

La grande passe d'entrée dont parlait Polybe, et qui avait

Digitized by Google

70 pieds (21 mètres) de largeur, n'existe plus; mais on a retrouvé l'ancien chenal pratiqué par les Romains pour l'accès du port reconstruit; cette passe s'ouvrait sur une petite anse naturelle, protégée par un cap et une petite jetée; le chenal avait 5^{m},65 de largeur et 126 mètres de longueur, et s'appuyait sur le petit côté du bassin; les navires étaient halés dans cet étroit canal, dont les bajoyers affectaient en coupe verticale une courbure prononcée avec surplomb au couronnement, comme pour épouser la forme des navires, ou bien pour éviter le frottement des coques doublées de plomb contre les bajoyers; l'écartement était ainsi de 5^{m},65 en couronne, de 6^{m},20 à la ligne d'eau et de 6^{m},60 au fond; le mur de quai avait 2^{m},10 d'épaisseur moyenne, le mur isolé dans l'eau 1^{m},60, ce qui marque de la part du constructeur un juste sentiment de la poussée plus grande des terres.

Cette entrée, fort incommode du reste, semble avoir été dissimulée dans un angle et réduite à la plus petite largeur admissible, pour garantir autant que possible le port intérieur de l'invasion des eaux limoneuses et des alluvions du fleuve Bagradas.

Pour passer dans ce chenal de 5^{m},65, les navires ne devaient pas avoir plus de 5^{m},50 de largeur hors bordage, et la disposition de l'entrée et de la jetée permet de penser que la longueur des navires n'excédait pas 25 mètres, pour qu'il leur fût possible d'enfiler la passe et le canal.

L'ensemble des deux ports comprenait une surface totale de 23 hectares, avec un développement de quais de 2675 mètres; mais, en outre, à 3 kilomètres du Cothon, il y avait le golfe de Tunis, le lac El-Baheira, plus profond qu'aujourd'hui, avec lequel la baie de Carthage communiquait par un canal à travers le cordon littoral (*Tænia*); dans ce lac, on pouvait abriter des flottes, et les plages doucement inclinées étaient couvertes de chantiers de constructions navales : c'était l'annexe du port de Carthage.

Diodore de Sicile déclare que le port de Carthage pouvait contenir deux mille vaisseaux pressés bord à bord : avec 5 mètres de largeur et 25 mètres de longueur, ils auraient exigé une surface de 25 hectares, quand l'ensemble des deux ports n'en

Digitized by Google

offrait que 23 ; l'estimation de Diodore est donc un peu exagérée, mais elle tend à faire croire que, en moyenne, les dimensions des navires anciens, tous construits à peu près sur le modèle phénicien ou carthaginois, n'excédaient pas 5 mètres sur 20 à 25 mètres, sans tenir compte des poupes, des proues et des éperons saillants, car le port n'eût pas contenu mille vaisseaux des dimensions données par M. Jal, de $5^m,20$ sur 38 mètres.

D'un autre côté, le témoignage d'Appien révèle l'existence de deux cent vingt loges ou cales couvertes dans le port militaire. M. Beulé a cru les avoir retrouvées adossées au mur extérieur ; mais la circonférence d'un cercle de 325 mètres de diamètre, qui est de 1021 mètres, moins une longueur de 32 mètres, prise par la levée et le chenal, ou un développement disponible de 989 mètres ne suffirait pas à cent soixante-dix cales de $5^m,90$ d'axe en axe ; avec la disposition convergente de ces loges, la largeur, à 25 mètres en avant du quai, n'aurait même plus été que de $4^m,90$; pour ménager aux navires, à 25 mètres en avant, une largeur utile de $5^m,90$ d'axe en axe, de $5^m,40$ d'entrée libre entre les colonnes, on ne pouvait mettre sur le cercle de la colonnade de 275 mètres de diamètre, défalcation faite des espaces perdus, que cent quarante loges ; où pouvaient donc être placées les quatre-vingts autres cales qui complètent le chiffre donné par Appien, non certainement au hasard ? Il devait très-probablement y avoir rangée, contre le quai de l'île, une seconde ligne de loges, en regard des premières, faisant une seconde colonnade autour d'un passage central circulaire ; et, si nous reprenons en effet le développement du cercle de tête de ces cales, d'un diamètre de 156 mètres, soit 490 mètres, en le réduisant de la largeur de la levée, $9^m,35$, de celle de l'escalier d'embarquement, 5 à 6 mètres, il reste 475 mètres disponibles, donnant, à 3 mètres près, l'emplacement nécessaire à quatre-vingts cales de $5^m,90$ de largeur d'axe en axe, ou bien exactement le développement exigé par quatre-vingts cales de $5^m,94$ d'axe en axe. Cette seconde ligne concentrique de loges a dû nécessairement exister pour vérifier le chiffre, que n'a pu imaginer Appien, et, aussi, parce qu'on ne comprendrait guère l'avantage de cette grande largeur de $109^m,50$, dont les deux tiers eussent été inutiles, ou dans laquelle les navires se

Digitized by Google

fussent rangés pêle-mêle contre le quai de l'île fortement courbe.

Dans notre hypothèse, il restait encore, entre les deux colonnades, un espace de 50 à 60 mètres dans lequel les navires pouvaient circuler et évoluer librement pour entrer et sortir de leurs cales. Si M. Beulé n'a pas retrouvé cette seconde série de loges, c'est que, sur le point attaqué par sa fouille, les anciens murs ont été plus complétement détruits, ou n'ont pas été rencontrés par son fossé de recherches, nécessairement étroit, qui a pu passer entre deux murs de séparation des loges.

Quant à l'étendue de ce port, de 23 hectares, de 15 même seulement pour le bassin marchand, elle donnerait une assez faible idée du commerce carthaginois : nous devons faire observer que cette création dut suffire au commerce local, et que les Carthaginois s'enrichirent surtout par l'*intercourse* entre les ports de production et les ports de consommation ; leurs ports étaient partout, et quand, par hasard, ils faisaient rentrer leurs vaisseaux pour les réparer ou les désarmer, le lac El-Baheira, avec son grand bassin, ses plages et ses chantiers, leur offrait toute la sécurité et tous les avantages désirables.

Dimas.

Sur la côte orientale de la Tunisie, à Dimas, on retrouve une digue en béton, bien conservée, de 146 mètres de longueur et de 10 mètres de largeur, formant avec les îles de Djénan et d'El-Firam un port très-vaste et très-sûr ; cette digue présente la disposition que nous avons signalée, de deux étages de canaux transversaux pour briser les lames et empêcher les ressacs.

Ce port devait avoir une très-grande importance, si l'on en juge par l'étendue de ses citernes, composées de vingt-cinq réservoirs de $2^{m},92$ de largeur et de longueurs variant de 53 à 66 mètres ; un aqueduc leur amenait l'eau des plateaux voisins.

Plus au sud de la même côte tunisienne, on trouve El-Mahédiah (*Aphrodisium*), qui fut un petit port créé artificiellement ; il avait un bassin rectangulaire de 72 mètres de longueur sur 37 mètres de largeur, communiquant avec la mer par un chenal de 37 mètres de longueur et de 20 mètres de largeur. On

Digitized by Google

retrouve tout auprès, comme d'ordinaire, des réservoirs alimentés par des citernes recueillant l'eau des plateaux voisins; les réservoirs souterrains ont 25 mètres de longueur, 12 mètres de largeur et 8 mètres de profondeur.

Sur la côte de Tripoli, on trouve encore à Lebidah (*Leptis magna* ou *Neapolis*) les traces de l'ancien port (Cothon), les fondations d'un môle antique et des restes d'aqueduc.

Alexandrie.

Alexandrie rivalisa de prospérité et d'importance avec Ostie et Carthage; ce fut même le port le plus commerçant de l'antiquité, car il concentra pendant longtemps la part la plus importante du commerce de l'Inde, en même temps qu'il eut le monopole des exportations de l'Égypte, que le Nil et ses branches lui amenaient de toute part. En —331, Alexandre, maître déjà de la grande voie de l'Euphrate par la conquête de Tyr, de la Phénicie et de la Mésopotamie, et même aussi du débouché de l'Oxus et de l'Iaxarte, voulut s'assurer de l'Égypte et de la troisième voie de transit, qu'attendait le plus brillant avenir; il avait reconnu l'impossibilité de prolonger la navigation de l'Euphrate jusqu'à l'Oronte et à la Méditerranée, à travers les faîtes élevés du Djebel-El-Sis, pour supprimer de pénibles transbordements et une traversée de 200 kilomètres par caravanes; il savait qu'entre la mer Rouge et le Nil une jonction à peu près complète avait été opérée avec succès par Nécos et par Darius; son génie rêva là une solution plus large, une voie librement ouverte, d'un côté, vers la mer Rouge, par la coupure du seuil du Sérapeum, de l'autre, vers la Méditerranée, par un canal toujours accessible, qui tournât les barres et les embouchures du Nil, et qui fût commandé par un port gigantesque, placé au point de contact de trois mondes et disposé pour être l'entrepôt universel.

L'histoire des variations survenues dans les embouchures du Nil lui montrait tous les dangers de ce voisinage; il voulut rechercher sur la côte, pour le débouché de son canal, un point abrité, bien fixé, hors de la portée des alluvions du fleuve, capable de fournir une tête bien sûre à la grande ligne de navigation qu'il projetait.

Digitized by Google

Arrien nous rapporte qu'il fit lui-même cette reconnaissance : il débarqua à Péluse, remonta la branche pélusiaque jusqu'à Memphis, redescendit la branche occidentale jusqu'à Canope, puis, remontant le rivage vers l'ouest, et s'arrêtant à 13 milles, il marqua l'emplacement de la ville qui devait porter son nom, au village qui s'appelait *Rakotis* sous les Pharaons, entre un grand lac intérieur, le lac Maréotis (*Lacus Marea*, aujourd'hui Mariout), qu'on pouvait relier au Nil, et une anse naturelle magnifique de 3 à 4 kilomètres de profondeur et de 1200 mètres de largeur, formée par l'île de Pharos et le promontoire Lochias (pl. VII, fig. 7).

La mort vint surprendre Alexandre avant que son œuvre fût achevée; mais elle trouva dans les Ptolémées des continuateurs dignes d'elle.

En même temps que le canal de dérivation du Nil dans le lac Maréotis se creusait pour établir une communication continue et amener l'eau douce à Alexandrie, que le canal de Darius était déblayé et continué jusqu'au lac Héroopolite, on construisait la ville, qu'on dotait de nombreux bassins, tant sur la mer que sur le lac, capables de suffire à tous les besoins d'un commerce gigantesque.

La position d'Alexandrie, malgré le voisinage des lacs intérieurs, était fort salubre, grâce à la persistance des vents du nord, qui règnent sur cette côte pendant deux cent soixante-sept jours par an. La ville eut deux quartiers : le quartier du peuple, *Rakotis*, au sud, et le quartier des palais, le *Bruchium*, au nord-est, subdivisé lui-même en quatre îles par deux grandes voies perpendiculaires, larges d'un plèthre (30 mètres).

On creusa sur le rivage de la mer des bassins, comme le port Kibotos et le port des Rois; pour rendre plus sûre la grande rade, on la ferma, vers le milieu, entre l'île de Pharos et la terre, par une grande digue, que certains auteurs ont appelée un pont, l'*Heptastade*, qui avait 7 stades, ou 900 pas de longueur, au dire de César (environ 1300 mètres), et 40 à 50 mètres de largeur; elle séparait ainsi la rade en deux ports, le Grand-Port à l'est, et le port d'Eunoste à l'ouest; pour permettre la communication entre eux, on ménagea dans l'Heptastade deux passes (διάπλος, dit Strabon), probablement recouver-

Digitized by Google

tes de ponts mobiles. Des jetées protégeaient encore le fond de ces ports et l'entrée des bassins intérieurs. Un chenal ménagé au fond du port Kibotos mettait en relation le port maritime avec le lac Maréotis, ses bassins et le canal du Nil, et soudait la navigation maritime à la navigation fluviale; de grands bassins, formés par des jetées dans le lac, offraient un abri commode et sûr aux opérations de transbordement.

Sous Ptolémée Soter, en — 299, on construisit, à l'emplacement du Fort Pharao actuel, le grand *Phare*, sur le cap formé par la pointe nord-est de l'île de Pharos, qui donna son nom à l'œuvre. Ce phare, classé par l'antiquité parmi les *sept Merveilles du monde,* fut construit en marbre blanc par Sostrate de Cnide; l'historien arabe Edrici, qui le vit encore, lui attribue une hauteur de 300 coudées et une portée de 100 milles, ce qui est sans doute exagéré; Josèphe se contente de lui concéder une portée de 700 stades (111 ou 70 kilomètres, suivant qu'il entendit le stade de Strabon ou le stade astronomique).

La ville dut à son incomparable situation une prospérité rapide et sans égale, qui s'accrut encore par la ruine de Carthage; elle eut bientôt 600 000 habitants sous les Ptolémées, et les conserva sous les Césars; elle passa, en — 30, sous la domination romaine, qui ne laissa pas diminuer son importance commerciale.

Son commerce d'exportation, dit Strabon, était supérieur à son commerce d'importation; l'excédant était fourni par la production indigène, agricole et manufacturière, qui était énorme; le reste appartenait au commerce de transit, dont la ville profitait doublement.

On avait donné à ses bassins et à ses quais un développement considérable; d'après l'habile reconstitution que M. Desjardins a faite du port d'Alexandrie, en s'aidant de tous les renseignements anciens et modernes, les deux ports d'Eunoste et le Grand-Port avaient environ 450 hectares de surface totale, dont 50 hectares parfaitement abrités et tranquilles; le port Kibotos disposait de 56 hectares; les ports du lac avaient l'un 78, l'autre 240 hectares; Alexandrie présentait ainsi, en dehors de 400 hectares de rade sûre, de son grand lac, 368 hectares de bassins, avec 15 kilomètres de quais et plus de 5 kilo-

Digitized by Google

mètres de rives utilisables. Strabon fait observer qu'il y avait du fond au pied de tous ces quais. Sur la base adoptée de nos jours, d'un mouvement de 300 tonnes par mètre courant de quai, le port d'Alexandrie aurait pu suffire à un trafic de 4 500 000 tonnes, au besoin de 6 millions avec ses rives, soit le double du mouvement du port de Marseille (3 200 000 tonneaux).

S'il est possible de se fier d'une façon absolue à l'exactitude technique des documents historiques, des plans des géographes grecs, évoqués par M. Desjardins pour la rédaction de son plan de l'Alexandrie antique, nous remarquerons l'habileté avec laquelle les choses étaient disposées pour les transbordements entre les bateaux du Nil et les navires de mer; ces échanges pouvaient se faire bord-à bord, loin de toute agitation dans les ports intérieurs du lac, plus développés que les ports et bassins de la côte maritime; la mise à terre des chargements était facilitée par de longues et larges jetées, des traverses et des warfs ménagés sur tous les points; des communications intérieures étaient réservées entre les divers bassins avec une grande intelligence des besoins du commerce. Le port du lac était protégé par un long môle contre les agitations de cette petite mer intérieure, de 50 kilomètres de longueur sur 23 à 24 de largeur, bien qu'elle fût assez rarement soulevée par les vents du sud. Nous devons encore remarquer le soin que l'on avait pris de rétrécir les passes entre le lac et la mer, de les contourner pour présenter des coudes et des angles aux courants que la marée ou les vents pouvaient établir entre le lac et la mer, et de les couvrir par des sortes d'épis qui semblent placés là pour augmenter la contraction de la veine et pour en amortir la vitesse.

La prospérité d'Alexandrie fut, dans une certaine mesure, liée à l'état de navigabilité du canal des Ptolémées; elle dut hausser ou baisser avec elle; Trajan et Hadrien firent beaucoup pour elle en rouvrant les communications, interrompues depuis Cléopâtre.

A ce propos, Pline nous donne ce renseignement intéressant qu'il fallait de son temps quatre-vingt-quatorze jours de navigation pour aller d'Alexandrie à Musiris ou Mergée, sur la côte du Malabar.

Le sort d'Alexandrie était uni par une assez étroite solida-

Digitized by Google

rité à celui de l'empire romain, qui en avait fait le centre de ses approvisionnements de toute sorte; à partir de la fin du III• siècle, Alexandrie subit le contre-coup des commotions qui ébranlèrent l'ancien monde; la fondation de l'empire d'Orient, en transportant sur la Mer Noire le siége du gouvernement, du luxe, des grandes consommations, et le nouvel ensablement de son canal, portèrent un coup funeste à Alexandrie, en donnant plus d'importance à la voie de l'Inde par l'Oxus; après six siècles de prospérité sans égale, Alexandrie déclina, pour se relever à l'avénement de l'empire arabe, qui lui donna une nouvelle vie, dans les VII• et VIII• siècles, par la réouverture du canal; puis la voie ouverte par le cap de Bonne-Espérance détourna de son port le mouvement de l'extrême Orient, et ne lui laissa que le commerce spécial de l'Égypte; aujourd'hui, ce transit, en faisant retour à l'Égypte, échappe à Alexandrie, que le nouveau canal de Suez et Port-Saïd vont déposséder et ruiner pour toujours.

D'ailleurs, Alexandrie a éprouvé des transformations bien profondes et bien funestes : les quais et les jetées du lac ont disparu, le port de Kibotos est comblé, la jetée du port d'Eunoste a été ruinée; le Grand-Port et l'Heptastade se sont ensablés, et le port d'Eunoste, seul praticable aujourd'hui, ne se maintient qu'à force de dragages. Autour du noyau de l'Heptastade s'est constitué un isthme sur lequel la ville égyptienne est assise aujourd'hui, et qui fait de l'ancienne île de Pharos une véritable presqu'île.

Sous l'action des coups de vent furieux du nord, le promontoire Lochias, la pointe de l'île de Pharos, ainsi que le fond sud du Vieux-Port ont été rongés; privé de cet abri protecteur, le Grand-Port a présenté un libre accès aux apports de la branche canopique du Nil, sous l'impulsion des vents du nord-est; ces apports parviennent même à doubler la pointe ouest de l'île de Pharos, viennent, par le remous ou sous l'action des vents d'ouest ou du nord-ouest, envahir le port d'Eunoste, et ensabler en retour l'Heptastade par l'ouest, comme ils l'ont fait directement par l'est. Le sol arénacé, sans consistance, des dépôts du Nil, sur cette côte, est incapable de résister aux érosions de la mer, et il cède sous toutes les actions un peu cons-

Digitized by Google

tantes; c'est ainsi que l'île de Pharos nous apparaît rongée aux deux bouts, d'un côté par les vents du nord-est, de l'autre par ceux du nord-ouest; ces érosions d'une part, les atterrissements de l'autre, ont à peu près complétement transformé le plan primitif, au point que la ville a été comme déplacée, la ville actuelle étant en grande partie installée au milieu de l'ancienne rade, sur l'ancienne jetée de l'Heptastade.

Malgré ces bouleversements que de très-longs siècles réservaient à l'œuvre d'Alexandre, comme marquée du sceau de ce génie, elle est encore debout, après avoir vécu vingt-deux siècles, ayant vu enterrées depuis quinze siècles ses rivales, Ostie et Carthage.

Parmi les anciens ports de la Méditerranée dont on retrouve encore quelques ruines, on peut citer aussi :

Soli, près de l'ancienne Pompéiopolis, qui était entouré d'une forte enceinte de murailles circulaires, avec des bastions et des fossés; le port avait une magnifique entrée en pierres de taille, et une belle voie ou *dromos* conduisait du port à la ville, au milieu d'une haie de deux cents colonnes, dont quarante-trois sont encore debout;

Kurco ou Kara-Hussar (*Corycus*), au nord-est du cap Sarpédon, qui possède une belle jetée, terminée par une ruine qui devait être un phare; la ville avait pour enceinte une double muraille en *opus incertum*, défendue par des tours et un fossé de 10 mètres de profondeur, qu'on pouvait inonder par la mer.

En Palestine, Césarée avait un double port, formé par deux môles ornés à leurs musoirs des statues colossales de Rome et d'Auguste; on y trouve des restes d'égouts remarquables et de quais magnifiques.

On sait aussi que l'ancienne jetée du port de Samos fut construite en blocs artificiels, comme celle de *Centum-Cellæ;* que le port militaire d'Athènes avait des cales couvertes comme celles de Carthage, qui s'inspira probablemeut de ce modèle autorisé.

Le port de Constantinople fut toujours en l'état où nous le trouvons encore de nos jours.

Digitized by Google

COMPARAISON DES PORTS ANTIQUES ET DES PORTS MODERNES.

Il serait intéressant de pouvoir rapprocher les données économiques qui réglèrent autrefois et règlent de nos jours le développement des ports et de leurs principaux éléments, les bassins et les quais, au point de vue commercial; nous n'avons, malheureusement, aucun renseignement sur le mouvement des anciens ports; nous sommes réduits à comparer seulement les deux éléments entre eux, pour tâcher de surprendre quelque rapport entre les habitudes et les exigences des deux époques. Nous passerons donc en revue quelques-uns des ports principaux, en récapitulant les surfaces des bassins et les longueurs des quais dont ils pouvaient disposer; nous en conclurons, comme proportion comparable, la longueur de quai disponible par hectare de bassin, et les moyennes respectives sous les Romains et de notre temps :

	Noms des ports.	Surface des bassins.	Longueur des quais.	Longueur des quais par hectare de bassin.	Moyennes.
Ports antiques.	Ostie	111h,9940m²	6000m	53m	54m,5
	Misène	98 0000	5200	53	
	Pouzzoles	24 0000	1200	50	
	Terracine	11 7100	1160	99	
	Brindes	80 0000	6400	80	
	Ancône	2 4500	400	160	
	Centum-Cellæ	2 8000	550	196	
	Fréjus	11 4625	1000	87	
	Massalia	12 5000	1000	80	
	Carthage (militaire)	7 3457	1365	182	
	— (marchand)	14 8000	1310	87	
	Alexandrie	368 0000	15000	41	
		745h,0622m²	40585m		
Ports modernes.	Dieppe	14h,0000m²	2750m	197m	113m
	Le Havre	55 0000	8000	145	
	Honfleur	7 0000	1500	214	
	Rouen	16 0000	2000	125	
	Brest (port marchand)	50 0000	4125	82	
	Saint-Nazaire	10 0000	1600	160	
	La Rochelle	5 0000	1200	240	
	Marseille	112 0000	9300	83	
		269h,0000m²	30475m		

Digitized by Google

	Noms des ports.	Surface des bassins.	Longueur des quais.	Longueur des quais par hectare de bassin.	Moyenne.
Ports modernes.	Londres : Docks Victoria	26h, 3900m²	3876m	146m	220m
	— Greenock....	8 8400	2185	249	
	— East and Western India .	14 0000	4800	342	
		49h, 2300m²	10861m		

A l'exception des petits bassins, qui présentent nécessairement un développement considérable du contour relativement à la surface enveloppée, les grands ports de l'antiquité n'avaient que de 40 à 90 mètres de quai par hectare de bassin; la moyenne était de 54m,50. Nos ports français présentent en moyenne 113 mètres de quais par hectare; cette proportion reste encore voisine de 80 mètres pour quelques grands ports, comme Marseille, mais cette limite est notoirement insuffisante; on réclame depuis longtemps pour ce port 14 000 mètres, qui lui donneraient 125 mètres de quais par hectare.

Nos voisins les Anglais, dont le commerce a des exigences toujours croissantes, ont déjà considérablement reculé la limite admise jusqu'ici : ils arrivent à 342 mètres par hectare, et leur moyenne est d'environ 220 mètres; ils ont trouvé le moyen, par des traverses et des jetées perpendiculaires, d'augmenter d'une façon très-importante le contour des quais et des bassins, de multiplier la ligne d'accostage et d'attaque des chargements; ils arrivent ainsi, tout en conservant le bénéfice des grands bassins à flot, à leur concilier tous les avantages des petits en ce qui regarde le développement des rives, et, sur la base de comparaison que nous avons prise, nous les voyons, avec leur proportion de 342 mètres de contour par hectare, approcher de la limite de 400 mètres, qu'aurait chaque hectare en bassin carré isolé. Dans les docks anglais même, cette proportion est considérablement plus productive à longueur égale, parce qu'elle est quintuplée par le concours des appareils de chargement et de déchargement, hydrauliques ou à vapeur, grues, *drops*, *tips* ou *spouts*, qui complètent l'outillage du port.

La largeur des quais n'est pas non plus restée stationnaire;

Digitized by Google

la largeur des quais romains de 12 mètres, exceptionnellement de 25 mètres, s'est élevée normalement chez nous à 25 et 30 mètres, atteignant même souvent 50 mètres. Cette progression était indispensable pour suivre l'augmentation du tirant d'eau, qui a permis de doubler, et même aujourd'hui de tripler, le tonnage contenu sous vergues dans la même superficie d'un bassin. La largeur plus grande des quais compensant l'augmentation du tirant d'eau, nous pouvons conclure du tableau précédent la progression des exigences et des nécessités commerciales, qui ont plus que doublé pour une surface de bassin donnée, pour la même unité de service, et qui sont même en train de quadrupler, et bien au-delà, sous nos yeux, de nos jours même.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE IX

PHARES

La navigation antique eut besoin plus que toute autre des précieuses indications des phares : sans boussole, sans montre, sans carte, n'ayant pour guide que l'observation de la Petite Ourse, il lui fallait ces points de repère pour reconnaître ses positions et corriger son *estime*, pour distinguer, dans le cours d'un simple voyage côtier, les ports, les écueils, les atterrissements dangereux, pour tenter avec assurance le passage des grands détroits, les traversées des continents aux îles, et pour pouvoir prolonger ces courses au-delà de la durée du jour. C'est ainsi qu'on doit retrouver dans la pratique ancienne toutes les fonctions assignées aux quatre *ordres* de nos phares modernes.

L'usage des tours à feu, pour signaler les passes ou entrées des ports et des rivières, aussi bien que les points dangereux des côtes, remonte très-loin dans l'antiquité. Montfaucon rappelle que Leschès, auteur de la petite Iliade, à la 30e Olympiade (vers — 655), place, à l'époque du siége de Troie, une tour à feu au promontoire de Sigée, sur l'Hellespont, près d'un mouillage fréquenté par les navires. Ce signal est représenté dans la Table Iliaque, qui lui donne la forme d'une tour carrée, surmontée d'un fronton à deux pentes ; elle affecte la forme d'un autel antique, et la tradition indique que les Étrusques, pour guider les navires ou les voyageurs dans la nuit, allumaient sur les hauteurs, dans le voisinage de leurs ports ou de leurs

Digitized by Google

villages, des feux placés sur des autels. Dans la pratique la plus ancienne, comme le révèlent les inscriptions, ce furent des fondations de piété religieuse, sous la forme d'autels et de feux consacrés, entretenus pour marquer la route aux voyageurs et implorer en leur faveur les divinités propices.

Ces feux servaient à marquer les mouillages où les navires à rames pouvaient venir chercher un abri pour la nuit; les habitants des côtes, pour attirer les navires, les amener à la côte et les piller, s'en servirent souvent comme de faux signaux; il fallait que ces indications fussent assez nombreuses, pour qu'on pût ainsi prendre sans défiance les unes pour les autres; il arriva, dit-on, à la suite de beaucoup d'accidents de cette sorte, que les navigateurs ne se fièrent plus à ces renseignements, qui pouvaient les mettre en péril, et renoncèrent, dans certains parages, à ce concours précieux. Cette triste coutume se perpétua jusqu'assez avant dans le Moyen-Age.

PHARE D'ALEXANDRIE.

Le plus grand de ces ouvrages, qui mérita de donner son nom à tous les autres, fut la tour d'Alexandrie, commencée en — 299, sous le règne de Ptolémée Soter, et terminée en — 284, un an après l'avénement de Ptolémée Philadelphe, par Sostrate de Cnide; c'est un des rares ouvrages dont nous connaissions le véritable créateur; Pline attribue ce fait à la générosité du roi, qui permit, contre les usages ordinaires, à l'architecte de signer son œuvre. Lucien prête au contraire à ce dernier un stratagème par lequel il aurait gravé son nom sur la tour, l'aurait recouvert d'un enduit portant le nom du roi; avec le temps, l'enduit tomba en découvrant le nom de l'architecte et cette inscription lue par Edrici, au XIIe siècle : Sostrate de Cnide, aux dieux sauveurs, pour ceux qui sont sur mer.

Ce monument, qui compta parmi les sept Merveilles du monde, emprunta le nom de l'île de Pharos, et le transmit à tous ceux qui furent créés après lui (phares, *pharos*). Il était placé à l'entrée du Grand-Port, à la pointe nord-est de l'île, en

Digitized by Google

face du cap Lochias. Pour résister aux violents coups de vent du nord et du nord-est, il fut bâti avec une solidité toute particulière : on employa, sous un revêtement de marbre, des pierres très-dures, assises sur des feuilles de plomb ou liées par des goujons scellés au plomb, d'après le rapport du géographe de la Nubie, l'Arabe Édrici, qui le vit au XIIe siècle; ce dernier lui attribue une hauteur de 100 brasses ou de 100 *statures*, dont 96 jusqu'à la plate-forme, qui portait la lanterne, et le surplus pour cette dernière partie; sa portée, d'après Édrici, était de 100 milles; cette estimation lui assignerait donc une hauteur de 160 à 170 mètres et une portée de 150 kilomètres. Sa forme, supposée ronde par quelques-uns, était certainement carrée, d'après le témoignage oculaire de Lucien et d'Édrici, et d'après la forme donnée aux phares d'Ostie, de Ravenne, etc., qui eurent la prétention d'en être des copies serviles, aux dimensions près. Sur la moitié de la hauteur totale, la base s'élevait d'aplomb avec des côtés de près d'un stade (sans doute d'un petit stade, environ 100 mètres; le grand stade aurait donné 158^m,70); au-dessus se superposaient sept étages voûtés en retraites successives, laissant à chaque étage des galeries de pourtour.

Bien des fables et des légendes nous ont été transmises par le canal des Arabes, qui nous ont parlé de sa fondation sur du verre, des miroirs dont se servait Alexandre (1) pour découvrir les flottes à 100 lieues, etc. Un escalier conduisait du bas au sommet de la plate-forme, sur laquelle, à l'abri de la lanterne, brûlait un feu très-vif de bois résineux. Dans l'intérieur étaient les magasins de combustibles et les logements des surveillants du feu.

Cette construction, qui devait défier les assauts du temps, a été renversée, le 8 août 1303, par un tremblement de terre, qui ruina du même coup plusieurs tours du pays; il ne reste du phare que des vestiges insignifiants et contestés.

---

(1) Alexandre ne vit pas le phare commencé, puisqu'il mourut en — 323.

Digitized by Google

Les indications fournies par les anciens auteurs sur la hauteur et la portée du phare sont assez contradictoires : Pline lui attribue plus de 400 pieds (118 mètres); Edrici évalue sa hauteur à 160 ou 170 mètres et sa portée à 100 milles (148 kilomètres environ); Josèphe lui donne une portée de 700 stades; mais, comme il oublie de nous dire s'il parle du grand ou du petit stade, son estimation varie de 70 à 111 kilomètres; un scoliaste de Lucien, cité par Isaac Vossius, assure que, pour la grandeur, on pouvait le comparer aux pyramides d'Égypte : celle de Chéops a 146 mètres de hauteur et 233 mètres de côté; les deux autres, de Chephrem et de Mencherès, ont l'une 133, l'autre 54 mètres de hauteur.

Il est possible que la hauteur du phare fût de 150 à 170 mètres, et que Ptolémée, dans son ouvrage, ait cédé à la tentation de surpasser les Pharaons; du reste, certaines flèches de cathédrales s'élèvent bien à 142 mètres (Munster de Strasbourg), 138 mètres (Saint-Étienne de Vienne), 132 mètres (Saint-Pierre de Rome), 130 mètres (Saint-Michel, à Hambourg), dans des cas où cette hauteur n'est pas une nécessité première comme dans les phares; avec sa base de 100 à 158 mètres de côté, le phare d'Alexandrie était une œuvre incomparablement plus hardie et plus gracieuse que la pyramide de Chéops, mais inférieure, comme élégance et comme audace, aux flèches de Strasbourg, de Vienne ou de Rome, qui n'ont pas une base aussi solide. On peut donc admettre, sans trop de difficultés, que sa hauteur pût atteindre de 150 à 170 mètres.

En lui supposant une hauteur de 160 mètres et en tenant compte de la réfraction, sa portée aurait pu être de 60^{k},500, et pour un observateur placé à 10 mètres dans la mâture peu élevée des navires anciens, de 17 kilomètres de plus, soit, au maximum, de 77 à 78 kilomètres, ce qui vérifierait la déclaration de Josèphe, comptée en petits stades. Quant à celle d'Edrici, elle paraît entachée de l'exagération assez ordinaire aux Arabes; pour un observateur placé sur les premiers plateaux élevés de la Libye, la chose eût été théoriquement possible; mais, en fait, il est peu probable que la portée lumineuse des feux nus employés alors fût aussi grande; de nos jours, avec les lentilles à échelons, la zone de visibilité a été considérablement étendue,

Digitized by Google

et l'on considère pourtant comme une limite la portée de 95 kilomètres obtenue entre les phares d'Agde et du cap Béarn, qui s'aperçoivent l'un l'autre, quand l'atmosphère est particulièrement pure.

Pline nous dit que les frais de construction de ce phare montèrent à 800 talents (5 216^{fr},66), soit à 4 173 328 francs.

Les autres phares qui furent construits par la suite furent, avec de moindres dimensions, imités du phare d'Alexandrie. Ce monument paraît avoir beaucoup frappé les Anciens, qui en empruntèrent la disposition et l'ordonnance dans une foule de circonstances diverses; les empereurs voulurent que leurs catafalques fussent élevés sur ce plan, comme l'indique ce texte d'Hérodien : « Au-dessus du premier carré, il y a un autre « étage; sur celui-ci, un autre et encore un autre, c'est-à-dire « jusqu'à trois et quatre étages; tout ce catafalque est semblable « à ces tours qu'on voit sur les ports et qu'on appelle phares « (*pharos vulgò appellant*), où l'on met des feux pour éclai- « rer les vaisseaux et permettre de gagner des lieux sûrs. »

Ostie.

Suétone dit expressément que le phare d'Ostie fut fait à l'imitation de celui d'Alexandrie : « Il fit faire au port d'Ostie « une très-haute tour sur le modèle du phare d'Alexandrie, afin « que les feux pussent guider la nuit les navires qui allaient sur « mer. »

Ce phare était carré, et offrait 60 mètres de côté à la base; il avait sept étages, comme celui de Ptolémée.

Suétone rapporte à ce propos le mode de fondation que nous avons déjà décrit pour l'établissement du môle ou brise-lames, sur lequel s'éleva le phare. Pline l'Ancien ajoute qu'on avait construit à Pouzzoles, sur le navire de Caligula, les trois tours qu'on coula avec lui; on dut opérer plus prudemment en n'exécutant ce travail qu'à Ostie même. Dion Cassius et Juvénal rendent également compte de la création de ce phare. Cet ouvrage est représenté, avec une perspective très-primitive, comme signe

Digitized by Google

du port, à Ostie et sur d'autres points, dans la Table de Peutinger (pl. VIII, fig. 1-2); celle-ci désigne de la même façon le phare de Chrisopolis, à l'entrée du Pont-Euxin, en face de Chalcédoine et de Byzance. Ailleurs, le port est marqué par un bassin entouré d'un cercle de portiques représentant les magasins et entrepôts qui environnent le port.

Ravenne et Pouzzoles.

Pline cite encore les phares de Ravenne et de Pouzzoles comme construits sur le type de celui d'Alexandrie; ils étaient en pierre très-blanche, pour être aperçus de loin pendant le jour; le phare de Pouzzoles fut réparé par Antonin en même temps que le môle.

Les Romains, avec raison, ne s'assujettirent pas toutefois à conserver indéfiniment cette forme; ils abandonnèrent souvent la section carrée pour la section circulaire, que nous trouvons plus fréquemment reproduite sur les médailles et les reliefs, et qui offrait moins de prise à l'action des lames et des vents. Dans l'origine, on reproduisit encore assez souvent, sous la forme ronde, la disposition du phare d'Alexandrie (pl. VIII, fig. 3-5-7-10) : une base cylindrique jusqu'environ à la moitié de la hauteur, puis au-dessus des étages cylindriques en retraite les uns sur les autres, ou un fût tronconique à génératrice droite ou courbe; au-dessus de la plate-forme, une lanterne recouvrait généralement le foyer (pl. VIII, fig. 3-10-11).

Par la suite, on s'éloigna davantage de ce type, qu'il était mauvais de répéter partout; on comprit qu'il fallait chercher à distinguer le plus possible ces ouvrages les uns des autres quant à leur aspect extérieur; il semble même, d'après le grand nombre de dispositions que présentent les coupoles ou lanternes dans l'intérieur desquelles étaient entretenus les feux, qu'on ait tenté le problème difficile de singulariser chacun d'eux dans la nuit; ne pouvant, comme aujourd'hui, disposer de feux fixes ou à éclipse, blancs ou colorés, on chercha, par la combinaison des baies inégalement espacées ou superposées, des feux

Digitized by Google

couverts ou découverts, en variant peut-être, dit-on, la nature des combustibles, à faire reconnaître nettement chaque phare, et à les faire distinguer, surtout par ces dispositions, des feux nus allumés sur les côtes dans une intention criminelle.

Quant à la construction, on établit des phares complétement cylindriques ou prismatiques à base carrée, comme ceux que reproduit la colonne Trajane (pl. VIII, fig. 7-8), ou bien en tronc de pyramide octogonale, comme à Boulogne, ou quadrangulaire (pl. VIII, fig. 4-6-8-12-15-16-18).

On s'attacha toujours, surtout près des villes, à en faire des monuments très-remarquables, dans la construction desquels l'architecture ancienne déploya tout le luxe et toutes les ressources possibles.

Les Grecs avaient de bonne heure établi des phares à Athènes, à l'entrée de leurs ports principaux, et sur un grand nombre de points de leurs îles et de leurs côtes (1), pour guider la navigation si dangereuse dans le dédale de la mer Égée.

Parmi ces phares, Denys de Byzance en décrit un fort célèbre, placé à l'embouchure du fleuve Chrysorrhoas, qui se jette dans le Bosphore de Thrace; au sommet de la colline était bâtie la *Tour Timée,* d'une hauteur extraordinaire; sur la plate-forme brûlaient de grands feux pour guider les marins, parce que la côte était sans port et le fond mauvais pour les ancres.

Les Romains en élevèrent un grand nombre, dont le souvenir n'est pas toujours venu jusqu'à nous. Outre ceux d'Ostie, de Pouzzoles et de Ravenne, nous trouvons, dans la colonne Trajane, deux phares, qui durent appartenir, l'un à Ancône, l'autre à *Centum-Cellæ,* dont les deux ports furent entrepris ou refaits par Trajan.

---

(1) La grande statue d'airain, de 33 mètres de hauteur, représentant Apollon, et connue sous le nom de *Colosse de Rhodes*, servait de phare à l'entrée du port de Rhodes; cette statue, due à Lachès, fut élevée en — 288 et renversée cinquante-six ans plus tard par un tremblement de terre.

Digitized by Google

Ancône et Centum-Cellæ.

L'un de ces phares est représenté par une haute tour ronde, à laquelle on accède par un grand escalier; cette tour apparaît bâtie au milieu des flots, et devait orner le musoir d'une jetée; son dernier étage, recouvert d'un toit conique, était percé de larges baies, qui devaient se découper nettement sur l'horizon (pl. VIII, fig. 7-8).

L'autre figure représente une tour carrée, bâtie en terre ferme; au dernier étage règne une galerie saillante, et d'une fenêtre sort une espèce de lance à feu.

Caprée.

Suétone mentionne le phare de Caprée, qui fut renversé par un tremblement de terre peu de jours avant la mort de Tibère.

Messine.

Pour éclairer et diriger le passage d'Italie en Sicile, on avait établi un phare au bout de la chaîne du Pelore, à la pointe du cap Faro, près des écueils de Charybde et de Scylla; une tour a été construite à la même place dans les temps modernes.

Aquilée.

La Table de Peutinger représente le port d'Aquilée par son phare, qui marquait sans doute l'entrée du *Natisco*.

Fréjus.

Il restait encore récemment un tronc de vingt-cinq mètres de hauteur de l'ancien phare de Fréjus; il était construit à la

Digitized by Google

naissance du môle, contre le rempart de la citadelle. Il était circulaire et avait 11 mètres de diamètre; on y arrivait du môle et du chemin couvert du *castrum*. On trouvait encore la salle des gardiens, les magasins des combustibles résineux qu'on brûlait sur la plate-forme. Il est aujourd'hui restauré.

Fosses Mariennes.

Les tours de signaux, établies, au dire de Strabon, pour marquer l'entrée du port des Fosses-Mariennes, qu'on apercevait difficilement en venant de la mer, durent être éclairées la nuit et servir de phares.

Arles.

On trouve, donné par M. Peiresc, sous le nom de *Tour d'Arles* (pl. VIII, fig. 9), un phare circulaire, composé d'un soubassement en grand appareil, portant un fût cylindrique d'un plus petit diamètre, terminé par une belle corniche et surmonté d'un élégant lanternon; de larges baies laissaient passer la lumière; des constructions figurées sur la galerie circulaire ménagée au pied du soubassement de la Tour, devaient représenter les logements des gardiens. L'architecture et la disposition de ce monument rappellent un peu celles du mausolée de Saint-Remy (*Glanum*).

Vigie de Persée.

Dans la Méditerranée, on rencontrait la *Vigie de Persée*, élevée à la pointe d'Aboukir, pour marquer les atterrissements du Nil.

Corycus.

On aperçoit encore, au bout de la jetée du port de Corycus, en Cilicie, une ruine qui marque l'emplacement d'un ancien phare ou fanal.

Digitized by Google

Apamée.

Une médaille nous a transmis la figure du phare d'Apamée, dans la Propontide (pl. VIII, fig. 11); on y voit un soubassement en grand appareil, cylindrique ou avec un fruit très-peu sensible; au-dessus s'élève un étage tronconique avec génératrice courbe, donnant un large empatement à cette base; chacun de ces étages est terminé par une corniche assez riche, qui offre l'exemple d'une disposition fort heureuse : dans ce phare, bâti sur un rocher isolé, et probablement exposé aux coups de mer, les corniches présentent des moulures fuyantes de bas en haut, pour laisser monter la lame sans lui opposer de résistance et être emportées par elle; cette précaution, qu'on néglige rarement de nos jours, n'est pas nouvelle, car elle ne saurait avoir été indiquée sur le phare d'Apamée par une simple fantaisie du graveur.

La plate-forme se termine par une nouvelle partie tronconique en manière de cheminée, qui laisse échapper les flammes. On trouve sur le revers de la médaille l'inscription : *Colonia Augusta Apamea.*

Montfaucon retrouvait, dans une médaille du maréchal d'Estrées, cette disposition d'un soubassement cylindrique en grand appareil (pl. VIII, fig. 10), surmonté de deux fûts cylindriques superposés en retraite, portant une plate-forme et un lanternon à deux étages de baies éclairées; les bandeaux qui terminaient chaque étage étaient encore peu saillants, pour ne pas offrir trop de prise aux lames ascendantes.

A l'embouchure du Dniester (*Tyras*), Strabon cite la *Tour de Néoptolème*, près d'*Hermonax*, servant à guider les vaisseaux. Sur toutes les côtes basses, ces tours servaient d'amers pendant le jour et de phares pendant la nuit.

Sur l'Océan, malgré une fréquentation beaucoup moindre, un certain nombre de phares avaient également été construits.

Tour de Cœpion.

Quintulus Servilius Cœpion éleva une tour qui porta son nom, à *Chipiona*, vers l'embouchure du Guadalquivir, pour signaler en ce point des atterrissements et des écueils.

Digitized by Google

Phare de la Galice.

Le successeur de Cœpion, Junius Brutus, s'étant avancé jusqu'à l'Océan, à l'extrémité de la Galice, érigea, dit-on, sur cette côte un phare, autant peut-être pour laisser une trace mémorable de son audacieuse expédition, que pour signaler les écueils du cap Finistère.

La Corogne.

Au bout de la presqu'île de La Corogne était la *Tour d'Hercule*, construite même antérieurement à la conquête romaine; c'était une tour carrée de $8^m,50$ de côté, recouverte d'une coupole avec un feu; on montait sur la plate-forme par un escalier extérieur.

Boulogne.

Le principal phare laissé par les Romains sur le sol de la Gaule fut celui de Boulogne (*Gessoriacum*) (pl. VIII, fig. 16-17). Il fut élevé sur une falaise voisine de Boulogne, par Caligula, après un semblant d'expédition contre la Bretagne, en souvenir de ses victoires imaginaires; il le surmonta d'un feu pour guider les navires dans la traversée de la Manche. Cette tour était formée d'une série de pyramides octogonales tronquées; elle avait, d'après Buchérius, environ 20 mètres de diamètre à la base, et douze étages, marqués par des corniches saillantes de $0^m,50$, élargissant la galerie formée par la retraite de chaque zone sur la zone inférieure; le fruit était tout extérieur, l'évidement intérieur s'élevait verticalement; aussi l'épaisseur des murs à la base était-elle considérable. Dans la construction, on avait alterné les assises de pierre grise avec des assises de pierre jaunâtre et des chaînes de briques, ce qui ajoutait beaucoup à l'ornementation générale. La hauteur des étages fuyants était habilement balancée pour éviter toute disproportion en perspective. De grandes baies percées à chaque

Digitized by Google

étage sur la seule face qui regardait le midi, c'est-à-dire la terre, élégissaient la construction et en rompaient la monotonie.

Les feux demeurèrent allumés sur la plate-forme jusqu'à l'invasion des Barbares; ce phare resta abandonné depuis cette époque jusqu'au IXe siècle; Charlemagne, en 810, fit restaurer la tour et rallumer les feux; les Anglais, en 1545, s'en emparèrent et la comprirent dans l'enceinte d'une forteresse qui défendait la ville de Boulogne. On l'appelait la *Tour d'Ordre*.

La falaise sur laquelle la Tour s'élevait, minée par des carrières et les coups de mer, s'éboula en plusieurs fois et entraîna, le 29 juillet 1644, le fort et la tour.

Montfaucon, qui vivait vers cette époque, en a sauvé le dessin et la description. M. Egger pense qu'elle n'avait au plus que 200 pieds de hauteur; au commencement du XVIIe siècle, on pouvait encore voir les trois étages inférieurs formant trois chambres voûtées, communiquant par un escalier intérieur.

Douvres.

Montfaucon pensa que, pour guider la traversée, il devait se trouver sur la côte anglaise un phare correspondant à celui de Boulogne; il crut le trouver à Douvres, dans une assez vaste ruine. Cette Tour de Douvres était encore octogonale (pl. VIII, fig. 18-19), mais en forme de pyramide tronquée continue; l'évidement intérieur était aussi carré, avec ses faces d'aplomb, et l'épaisseur à la base encore énorme. Des bandeaux marquaient les étages, et l'on voyait de deux en deux étages des fenêtres sur quatre des huit faces.

On trouvait encore, non loin de là, au milieu du château de Douvres, une autre tour à peu près carrée, de 18 mètres environ de hauteur et de 10 à 11 mètres de côté, dominant parfaitement la mer (pl. VIII, fig. 12-15).

Quelques personnes ont pensé que cette dernière était le phare romain; Montfaucon trouve bien de nombreux points de ressemblance entre les tours octogonales de Boulogne et de Douvres, mais il croit que la tour carrée servit de phare bien

Digitized by Google

postérieurement à la tour octogonale ; pourtant, cette tour carrée était construite en briques de grand échantillon, de 0m,44 par 0m,32, et de 0m,04 d'épaisseur, qui rappellent assez les dimensions adoptées par les Romains. Elle présente une particularité assez curieuse, qui ne peut laisser aucun doute sur le rôle qu'elle eut à remplir : sur les trois faces visibles de la mer, au milieu de baies uniformément disposées, elle présente sur une face deux ouvertures rondes, sur l'autre trois, sur la troisième quatre ; le côté qui regarde la terre n'en présente pas. Cette disposition devait faire reconnaître et distinguer cette tour aux vaisseaux qui venaient des embouchures du Rhin ou de celles de la Seine ou de la Loire, et leur permettre de s'orienter quelque peu. Du reste, le Moyen-Age ayant complétement négligé ces constructions et même abandonné celles qui existaient, on peut, en toute assurance, faire remonter cette tour à l'époque romaine. Cette disposition des baies, qui la constituait en progrès sur la tour octogonale, paraît bien assigner à sa construction une date postérieure, mais on ne saurait exciper, comme l'a fait Montfaucon, de sa forme carrée pour lui contester une origine romaine, puisque nous avons vu les premiers phares, et d'autres plus tard d'après la colonne Trajane, par exemple, se présenter sous cette forme.

AMERS ET TOURS DE SIGNAL.

Outre ces grands ouvrages, on rencontre assez souvent, le long des côtes et sur les hauteurs, des tours ruinées, qui furent destinées sans doute à observer et à faire des signaux, comme nos postes sémaphoriques, si l'on en juge par les drapeaux souvent figurés sur leur plate-forme dans les médailles, et en outre à fournir des points de repère aux marins ; on en trouve un exemple au sommet du Peyroulet, au-dessus de l'ancien port de *Tauroentum*, en face de La Ciotat. Ces tours, *specula* ou *vigilaria*, sont parfois combinées diversement ; on les trouve quelquefois groupées jusqu'à cinq. Une peinture de Pompéi représente une côte maritime avec cinq tours d'observation ou de signal (*specula*), placées sur une série d'éminences (pl. VIII) ; on ne saurait douter que ce ne fussent là des sortes d'*amers*,

Digitized by Google

éclairés et visibles encore la nuit, servant ainsi aux marins à reconnaître la côte et la nuit et le jour ; en l'absence de toute carte, avec l'aide seule d'une estime extrêmement incertaine, il eût été fort difficile, même dans le cours d'une navigation côtière, de retrouver sa position le long de certaines côtes uniformément boisées, inhabitées, si l'on n'eût pas trouvé sur sa route des points singuliers, nettement caractérisés et reconnaissables, comme ces tours et leurs signaux ; le nombre dut fort probablement en être très-grand.

On retrouve fréquemment, dans les médailles, ces tours et les phares, surmontés d'un coq, emblème de la vigilance des gardiens et observateurs (*vigiles custodes littorum*, etc.), et, comme nous l'avons dit, de grands drapeaux ou pavillons, évidemment destinés à échanger des signaux ou à faire reconnaître le port.

Sans autre guide que l'observation des étoiles et de la polaire, la navigation hauturière de l'antiquité, incapable d'apprécier sa dérive, commettait souvent d'énormes erreurs d'estime : M. Jurien de La Gravière rappelle que le vaisseau de l'apôtre saint Paul, partant de Cnide pour Rome, rencontrant quatorze jours de vent du nord, tomba sur Malte, croyant entrer dans l'Adriatique. On comprend combien le marin était alors peu fixé sur l'approche des terres pendant la nuit, sur le nom des rivages pendant le jour, et combien lui étaient indispensables, pour le renseigner et rectifier sa position, ces lumières et ces amers caractéristiques de *grand atterrage*.

Dans cette revue des anciens phares dont l'existence nous est révélée, nous avons rencontré les affectations les plus diverses : nous les voyons chargés de signaler l'entrée des ports, d'un détroit, la présence d'un atterrissement, d'un écueil, d'un mouillage dangereux, de bornoyer le passage d'un détroit, d'un continent à une île, ou de servir de points de repère le long des côtes, de remplir en un mot à peu près toutes les missions qui sont, dans les systèmes modernes, dévolues aux quatre ordres de nos phares ; nous les voyons enfin, lorsque leur réseau s'étend, avec des ressources très-restreintes, essayer cependant de remplir cette condition première, de se distinguer le mieux

Digitized by Google

possible les uns des autres, par des combinaisons de baies éclairées, par des groupements de feux, etc. Ces dispositions pourraient paraître puériles et insuffisantes à la grande navigation moderne, qui veut reconnaître les positions à 20, 30 et même 40 milles en mer, mais elles avaient une importance sérieuse pour la navigation ancienne, qui s'éloignait moins souvent des côtes; avec ces portées limitées, on pouvait encore distinguer les combinaisons de fenêtres éclairées, et, tel quel, le système des phares antiques dut rendre les plus appréciables services. Ces distinctions, du reste, devaient être pratiquement très-sûres, puisqu'on employait les phares à signaler aussi bien un port ou un mouillage dont on pouvait s'approcher, qu'un écueil dont il fallait se détourner.

CONSTRUCTION DES PHARES.

Au point de vue architectural, l'antiquité chercha à faire de ses phares des monuments remarquables; elle déploya toutes les ressources de son art pour les construire solidement; elle avait, du reste, à sa disposition l'*opus revinctum*, dont elle abusait dans des circonstances qui comportaient moins utilement cet appareil; nous le lui avons même emprunté, comme la liaison par des goujons et crampons, pour la construction de quelques ouvrages particulièrement exposés aux coups de mer, comme les phares d'Eddystone et de Rock-Bell.

Ils exécutaient généralement les soubassements en très-grand appareil, en évitant les moulures saillantes, quand les ouvrages pouvaient être atteints par les vagues. Ils donnaient de larges empatements à ces constructions; dans les cas difficiles de phares posés sur des rochers isolés, ils adoptaient la forme ronde, comme résistant mieux aux vents et aux lames.

Ils ne semblent pas avoir cherché, du reste, à lutter contre les conditions difficiles que nous abordons si résolûment de nos jours : leurs phares furent presque exclusivement placés sur la terre ferme ou sur les hauteurs voisines, sur le musoir des jetées quelquefois, mais rarement sur de gros récifs isolés, si l'on en croit les dessins qui nous sont parvenus (pl. VI, fig. 8). Les

Digitized by Google

Anciens n'eurent pas le mérite d'aller poser, comme nous le faisons, au milieu des marées et des tempêtes, ces sentinelles avancées sur les hauts fonds les plus dangereux, que la mer ne découvre qu'à de rares intervalles, sur lesquels elle brise avec fureur, en bouleversant cent fois les ouvrages, toujours repris jusqu'au succès complet, avec un courage et une énergique patience que rien ne lasse et qu'on ignore trop.

ÉCLAIRAGE.

Les moyens d'éclairage furent, malheureusement, très-imparfaits : on brûlait sur des grilles des combustibles résineux à grande flamme, ou l'on établissait des brasiers, qu'on abritait ou non, par des lanternes ou des coupoles, contre la pluie et les vents; ce mode d'éclairage était évidemment très-précaire, très-variable et très-inconstant. Quelques dessins semblent indiquer l'emploi de grandes torches, comme on en plaçait alors dans le désert pour guider les caravanes; c'étaient de grandes fascines trempées dans de la poix ou de la résine (1). La portée lumineuse ne devait pas être considérable, mais elle devait suffire aux exigences du temps.

Il faudra arriver à la fin du Moyen-Age pour trouver les premiers essais d'éclairage plus régulier, par des chandelles abritées dans des vitrages; en 1780, on introduira l'éclairage à l'huile dans les phares; en 1782, le phare de Cordouan fut pourvu de quatre-vingts lampes à huile avec réflecteurs.

COMPARAISON AUX PHARES MODERNES.

Les réflecteurs paraboliques du système catoptrique furent inaugurés peu après, en 1784, au phare de Dieppe, puis en 1790, au phare de Cordouan. On commença dès lors à di-

(1) Une médaille nous montre la disposition curieuse d'une plate-forme complétement fermée et recouverte d'un chapeau conique ou d'une grande mitre, par le gueulard de laquelle s'échappe la flamme indicatrice (pl. VIII, fig. 11).

Digitized by Google

versifier les phares par des feux à éclipse ; mais ce ne fut qu'après l'invention des systèmes dioptrique et catadioptrique par Fresnel, qu'on put obtenir, avec de belles portées lumineuses, cette variété de combinaisons de feux fixes, blancs ou colorés en rouge ou en vert, de feux à éclipse à intervalles divers, de feux scintillants, de feux à éclats, blancs, colorés ou alternés, qui permettent de fournir un signalement précis et bien net à chaque phare particulier.

Nous avons pu citer une série d'environ vingt-cinq phares antiques; nous ne pensons pas en avoir épuisé la liste, et on en retrouvera sans doute beaucoup d'autres, quand on aura exploré certaines côtes de l'Asie Mineure, du Pont-Euxin, de l'Adriatique, etc., vierges encore de recherches archéologiques. Ce nombre, qu'on arrivera facilement à doubler, paraît extrêmement faible, quand on le compare au réseau d'éclairage actuel; il ne faut pas oublier cependant l'origine si récente du magnifique système que nous admirons aujourd'hui; d'après les statistiques de M. L. Reynaud, il y avait en 1830, dans les pays qui correspondent aux anciennes possessions romaines, en France soixante-trois phares, en Espagne quinze, en Italie moins encore, aucun en Turquie et en Asie; en tout, on ne trouvait pas encore une centaine de phares.

La France, en inventant les lentilles à échelons (1819), ouvrit une voie nouvelle, dans laquelle l'Angleterre la suivit avec ardeur, puis la Hollande, l'Espagne et l'Italie.

Voici la situation, en 1867, des diverses nations maritimes, au point de vue du nombre des phares et de l'espacement moyen de leurs feux sur les côtes :

Nations.	Nombre des phares.	Longueur des côtes.	Espacement moyen des feux.
France	291	3.806k	13k,08
Angleterre	556	9.204	16 55
Espagne	151	3.130	20 73
Italie	145	5.473	37 74
Hollande	175	1.685	14 65
Russie	97	11.955	123 24
Turquie d'Europe	41	4.195	102 31
Turquie d'Asie	73	6.251	85 62
	1 529	45 699k	29k,89

Digitized by Google

La France occupe le premier rang; après elle vient la Hollande, puis l'Angleterre; et, sur les côtes de ces trois nations, un navire ne peut en moyenne approcher du rivage sans passer en vue de deux et même de trois phares nettement caractérisés, et sans reconnaître exactement sa position. On peut dire, sans exagération, que, grâce à cette ceinture lumineuse, les marins distinguent mieux les points du littoral la nuit que le jour.

Quelque imparfait que fût le système des phares anciens, il dut jouer dans la navigation un rôle plus important encore que les phares de nos jours, et offrir un réseau plus étendu et plus complet qu'on ne le présume, pour suppléer à la boussole, qui ne vint que vers 1300, et aux observations sidérales, qui se bornaient à celles de la Petite Ourse; Hérodote nous dit que les navires antiques ne faisaient guère à la rame que 700 petits stades (70 kilomètres) dans un jour; comme ils portaient peu de voiles, ils ne pouvaient guère franchir, avec un vent favorable, plus de 100 à 120 kilomètres dans les vingt-quatre heures (1); quand il s'agissait, du continent, de gagner une île de l'Archipel avec un parcours de plus de 200 kilomètres, les indications un peu vagues de la Grande Ourse ne devaient pas suffire à amener directement les pilotes, sans parfois d'énormes écarts, sur la position proposée.

De grands feux allumés sur de hautes montagnes, à 150 ou 200 mètres de hauteur, visibles à 80 ou 100 kilomètres en mer, pouvaient utilement faire rectifier la route et épargner de pénibles erreurs et de grandes pertes de temps. C'est ainsi que la traversée de la Cyrénaïque à l'île de Crète aurait été singulièrement facilitée par l'établissement de phares sur les hauteurs de Cyrène et de l'île de Candie. Bien que nous soyons peu fixés à cet endroit, la régularité des communications et des relations qui existèrent autrefois entre le continent et certaines îles de la

(1) Les Géographes grecs estimaient que, pour aller de Carthage aux Colonnes d'Hercule (1400 kilom.), il fallait, avec la navigation *la plus heureuse*, sept jours et sept nuits, ce qui représenterait au maximum un trajet de 200 kilomètres dans les vingt-quatre heures.

Digitized by Google

Méditerranée ou de l'Archipel, éloignées de plus de 150 et même de 200 kilomètres en mer, nous permet de supposer que les routes marines étaient jalonnées assez complétement par ces points de repère lumineux.

LES PHARES AU MOYEN-AGE.

Le Moyen-Age montra longtemps une grande indifférence pour cet utile service; après quelques tentatives de restauration par Charlemagne, il laissa dépérir les rares monuments qui lui avaient été légués. Il faut arriver aux XIIe et XIIIe siècles pour apercevoir un retour favorable : saint Louis construit à Aigues-Mortes, la Tour de Constance, qu'il surmonte d'un feu ; on en construit d'autres pour éclairer l'entrée des ports, comme la Tour Saint-Jean, à Marseille, plus tard, celle de la Lanterne, à La Rochelle; on retrouve aussi, sur les falaises et les promontoires, sur le contour de l'ancien littoral ou dans le voisinage des phares actuels, des ruines de constructions datant de la fin du Moyen-Age, qui durent être affectées à la même destination. On les éclairait souvent alors avec des paquets d'étoupes goudronnées, placées dans des grilles ou des corbeilles en fer au sommet des tours.

Par la suite, la Tour de Cordouan, qui avait été élevée en 1362, de 24 mètres de hauteur, en remplacement, dit-on, d'un autre monument plus ancien, fut reprise par Louis de Foix, de 1584 à 1610, et élevée à 63 mètres, avec une portée de 27 milles (environ 50 kilomètres); Gênes se donna un phare de 63 mètres également; puis, en Angleterre, on fit et refit le phare d'Eddystone, en 1696, en 1703 et en 1757, ensuite celui de Smalls, en 1772. Ce mouvement se poursuivit lentement jusqu'à la précieuse découverte de Fresnel, qui permit d'entreprendre et de compléter, à partir de 1830, le réseau des seize cents phares que nous comptons aujourd'hui un peu partout, et que l'emploi des constructions métalliques va permettre d'étendre à tous les points dangereux du globe.

Nous n'avons pas de nos jours à produire à notre actif de magnifiques folies, comme la Tour d'Alexandrie ; mais nous pouvons

Digitized by Google

être plus fiers de nos quarante-neuf phares de premier et de second ordres, bien autrement plus utiles et plus pratiques; parmi eux, on en compte du reste un grand nombre, comme Cordouan (63 m.), Dunkerque (57 m.), Calais (51 m.), les Héaux de Bréhat (48m,50), les Roches-Douvres (48m,30), d'une construction bien autrement plus audacieuse et d'une grandeur déjà suffisamment imposante.

Digitized by Google

TRAVAUX DES VILLES

La distinction que nous faisons aujourd'hui, dans les Travaux publics, entre les Travaux de l'État et les Travaux des villes, alimentés par des ressources différentes, fut bien peu tranchée à l'époque romaine; à l'exception d'œuvres d'un grand intérêt politique, comme les voies militaires, de quelques travaux de navigation, et de certains ports militaires ou d'approvisionnement, le système presque tout entier des Travaux publics incomba au budget des villes, à la générosité de leurs citoyens, éventuellement aidés par les subventions de l'État et de l'empereur.

C'est donc aux municipalités, seules ou combinant leurs efforts, que revient l'honneur d'avoir créé la partie la plus considérable des œuvres que nous avons passées en revue, et, sous le titre de *Travaux des villes*, nous n'entendons pas rassembler toutes les entreprises qu'elles embrassèrent, puisqu'elles eurent à se charger aussi bien des ports et des routes que des égouts et des aqueducs, mais seulement les ouvrages d'intérêt urbain, comme les voies intérieures, les enceintes, les aqueducs et les égouts. Ces dernières créations tiennent dans l'ensemble une place plus considérable encore que celles d'intérêt général.

Dans l'origine, à la fondation des colonies romaines, qui donnèrent naissance aux villes, les premiers travaux d'enceinte, de viabilité intérieure, d'amenée des eaux, obtinrent le concours des légions et des corporations ouvrières détachées à leur suite,

Digitized by Google

surtout pour les œuvres d'intérêt stratégique, comme les fortifications ; mais la main-d'œuvre, les matériaux restèrent fournis dans une très-large proportion par les contributions *honorables* et *viles* des habitants, vainqueurs ou vaincus. Par la suite, ces dépenses demeurèrent entièrement à leur charge, quand elles ne furent pas revendiquées par certains citoyens à la recherche de la popularité, ou bien en reconnaissance des honneurs reçus.

Nous bornerons notre étude aux rues et aux enceintes des villes, aux aqueducs et aux égouts, en laissant de côté les constructions comme les palais, les temples, les thermes, les théâtres, les amphithéâtres, les cirques, etc., qui sont plus du domaine de l'architecte que de l'ingénieur, bien que leur exécution ait été souvent entreprise par le même personnel et avec les mêmes concours ; mais le champ reste bien assez large à nos recherches, sans l'étendre encore par des excursions sur ce terrain sans limites.

Digitized by Google

CHAPITRE X

VOIRIE URBAINE

Les ruines et les transformations apportées successivement par les âges ne nous permettent que rarement de surprendre le plan et la physionomie propre des villes romaines; nous retrouvons bien quelques données spéciales à Rome, postérieures à Néron (1); on peut revoir encore sur le terrain la distribution de quelques rues ou de quelques places, de certains monuments qui les ornaient; mais tout le reste a disparu dans les remaniements des siècles et avec les exigences des temps, remaniements et exigences dont une capitale peut se défendre moins que toute autre ville. Pour retrouver et reconstituer de toutes pièces le type de la ville ancienne, il faut aller le rechercher dans quelques antiques cités frappées en pleine vie par la mort, et ensevelies un jour, comme Ostie, par les sables, comme Herculanum et Pompéi, par la lave et les cendres, du milieu desquels nous pouvons heureusement encore les exhumer.

Nous pouvons aussi nous aider des enseignements de Vitruve, qui nous a révélé quelques données de la pratique de son temps. Il recommandait de faire les rues larges, bordées de maisons hautes dans les pays humides ou froids. Dans les pays chauds, il voulait des rues étroites avec des maisons élevées

(1) On n'a découvert que quelques fragments du plan de la Rome primitive, représenté sur une mosaïque de marbre qui formait le pavé du temple de Romulus et Rémus.

Digitized by Google

encore, pour garantir du soleil et conserver une certaine fraîcheur, favorable, à son dire, au maintien de la santé publique, errement que l'expérience de notre temps n'est pas disposée à encourager.

Les rues principales ou *prétoriennes* allaient des portes de l'enceinte à la grande place ou au *forum;* les voies secondaires conduisaient de celles-ci aux monuments de la ville. Pour assurer l'écoulement des eaux, il convenait alors de donner aux chaussées un pente longitudinale d'environ 1,5 pour cent; dans les rues étroites, le ruisseau était placé au milieu de la chaussée; dans les rues larges, deux ruisseaux coulaient sur les revers de la chaussée bombée, le long des trottoirs.

Les rues, comme les voies, étaient *publiques* ou *privées*, *prétoriennes* ou *vicinales*.

ROME.

Au temps de Cicéron, qui s'en est plaint dans ses discours, les rues de Rome étaient fort étroites, les maisons très-hautes et mal bâties, la ville très-malsaine.

Resserrée dans une enceinte qui ne comprenait entre elle, le Tibre et les collines, qu'une surface de 638 hectares, Rome ne put guère se développer librement; pour ménager la place nécessaire à son accroissement futur, on avait appliqué assez rigoureusement les dispositions de la Loi des Douze-Tables, qui attribuaient 8 pieds de largeur aux chaussées (*agger*) dans les rues droites, et 16 aux coudes (*via in porrectum VIII p., in anfractum XVI p. esto*). On donna cependant plus généralement, par la suite, aux rues, une largeur de 12 à 16 pieds ($3^m,54$ à $4^m,72$), en y comprenant deux trottoirs latéraux (*semitæ*) de 2 à 3 pieds ($0^m,59$ à $0^m,88$) pour les piétons. C'était la largeur d'un grand nombre de voies militaires qui traversaient Rome, comme certaines rues de nos villes appartiennent aux routes nationales et départementales (pl. IX, fig. 18).

On accorda même de plus grandes largeurs à quelques voies dont on voulut faire de véritables boulevards. La voie Sacrée, par exemple, qui partait du Forum, eut 9 mètres de

Digitized by Google

largeur, dont $7^m,65$ entre les *marges*, conservant la largeur de 2 pieds.

Quelques autres voies, fréquentées par les promeneurs, comme les voies Appia, Valéria, etc., n'obtinrent que $4^m,10$ à $4^m,70$ de largeur à l'*agger*, et latéralement deux trottoirs présentant chacun la moitié de cette largeur.

Ces dimensions restaient assez éloignées, on le voit, des belles largeurs de 30, 50 et même 80 mètres que nous donnons aujourd'hui à nos rues, à nos boulevards et à nos avenues de Paris.

On comptait, dans l'ancienne Rome, trente-une voies principales (*viæ militares*), quatre cent vingt-quatre voies secondaires, et deux cent soixante-cinq places ou carrefours (*quadrivia* ou *compita*).

Les chaussées étaient soigneusement pavées ou dallées, comme les places, depuis — 173 et les censeurs Flaccus et Posthumius Albinus ; les trottoirs avaient une bordure en pierre de taille et un dallage. D'après le Digeste, la construction et l'entretien du pavage et des trottoirs étaient à la charge des riverains, sous le contrôle et la surveillance des édiles (1) et des quatuorvirs, qui faisaient exécuter les travaux et répartissaient la dépense entre les intéressés ; plus tard, sous les empereurs, le préfet de la ville eut seul cette attribution. Les riverains devaient encore l'arrosage et le balayage de la voie publique ; les magistrats municipaux restaient chargés de faire enlever seulement les décombres et les immondices. Les rues de la ville étaient interdites pendant le jour aux chariots lourdement chargés. Ces règlements, que nous retrouvons aujourd'hui dans les pratiques municipales, ne datent donc pas seulement de nos jours.

La plupart des chaussées étaient établies sur l'extrados des cloaques, avec l'interposition, pour garnir les reins, d'un blocage (*opus cæmentitium*) (pl. XII) ; les chaussées étaient très-bombées, et deux rigoles couraient le long des *marges*.

Des bouches latérales s'ouvraient sur les côtés et déver-

---

(1) La Loi des Douze-Tables avait primitivement donné cette attribution aux censeurs : « *Censores urbis vias, aquas, ærarium, vectigalia tueantur.* »

Digitized by Google

saient les eaux dans les égouts par des cheminées de chute obliques, percées dans les reins de la voûte. Des regards circulaires, pratiqués dans le milieu de la chaussée, de distance en distance et fermés par des tampons, recevaient les produits du balayage.

On trouve la trace d'un cautionnement de garantie demandé par les édiles à Scaurus pour faire passer dans les rues, sur ces voûtes, à ses risques et périls, les statues et les colonnes pesantes de son théâtre.

Les maisons faisaient souvent, à leur étage supérieur, saillie sur la voie publique, par des encorbellements appelés mœniennes (*mœniana*) (pl. IX, fig. 18), qui abritaient les trottoirs contre la pluie et le soleil. Pour gagner de la place, les édiles défendaient de donner aux murs apparents ou mitoyens plus d'un pied et demi ($0^m,444$) d'épaisseur, ce qui limitait la hauteur des maisons à deux étages; on exécutait ces murs en briques cuites; les séparations intérieures, qui pouvaient être plus épaisses, se faisaient en briques crues. Après un certain nombre d'éboulements causés par les crues et les débordements du Tibre, Auguste proscrivit l'emploi des briques crues, et limita la hauteur des maisons à 70 pieds ($20^m,74$) par la loi *Servitus non tollendi;* Trajan réduisit même cette hauteur à 60 pieds ($17^m,77$).

Avec des rues excessivement étroites, bordées de maisons très-hautes, faites antérieurement à l'édit d'Auguste, et sous le soleil de l'Italie, dans le voisinage de la Maremme, au milieu d'une population considérable, les édiles ne purent préserver la ville d'épidémies effroyables qu'en tenant rigoureusement la main à toutes les mesures d'hygiène et de salubrité; les *cohortes urbaines* étaient chargées de la police et de la voirie; les édiles curules avaient en outre reçu d'Auguste, en — 22, la mission de veiller aux incendies, et on leur avait donné 600 *vélites* pour assurer ce service, très-important à une époque où les villes entières pouvaient disparaître d'un seul coup, comme Lyon en + 59 et Rome en + 64.

Ainsi que nous le verrons, la propreté des rues et des maisons put être facilement obtenue au moyen des torrents d'eau déversés sans relâche par les aqueducs, et d'un admirable

Digitized by Google

système de cloaques ; on put distribuer aussi dans les thermes publics pour 2 ou 3 centimes une quantité considérable de bains indispensables pour combattre le funeste effet des vêtements de laine portés presque exclusivement à cette époque.

Il était facile de concevoir pour Rome des rues mieux alignées, plus larges, mieux construites, plus dignes de la capitale du monde : Néron, qui avait de grandes idées en matière de travaux publics, voulait rebâtir une Rome nouvelle, dont il avait fait dresser les plans, et qui se fût appelée *Néropolis;* mais le grand nombre de lieux sacrés (*arcæ*), objets de la superstition populaire, qu'on ne pouvait supprimer par un décret, opposait une résistance invincible à la réalisation de ce projet.

L'incendie de Troie revenait souvent à la pensée de l'empereur, et, appliqué à Rome, il lui présentait un procédé d'expropriation facile et commode. Alluma-t-il l'incendie du 19 juillet 64?.... Néron était à Antium, quand le feu se déclara terrible, détruisant entièrement trois quartiers sur quatorze et ne laissant, de sept autres, que des murs noircis et calcinés. S'il n'ordonna pas l'incendie, les ordres ambigus, les instructions équivoques qu'il transmit pour le faire combattre, n'aidèrent pas à conjurer et à arrêter ses progrès. Quoi qu'il en fût, il s'empressa de profiter de ce désastre pour faire appliquer immédiatement les plans dès longtemps préparés. La classe inférieure, peu atteinte par cette grande ruine, trouva du travail et ne se plaignit pas de l'événement ; mais la bourgeoisie, fortement touchée par ce désastre, formula des accusations très-nettes et fort désobligeantes pour l'empereur, qui se défendit en rejetant l'accusation sur les chrétiens ; pour donner plus de poids à cette abominable calomnie et faire une utile diversion, il organisa même contre eux l'effroyable persécution qui suivit.

Le nouveau plan rectifia les rues tortueuses, et les élargit surtout, pour faire pénétrer plus d'air et de lumière au milieu de cette agglomération considérable d'individus. On prescrivit l'emploi dans les constructions nouvelles des pierres d'Albe (lave poreuse, tuf) ou de Gabie (travertin, carbonate calcaire) ; on prohiba d'une façon absolue l'emploi des briques crues, qui se délayaient ou se ramollissaient à l'eau ou à l'humidité.

On défendit aussi les murs mitoyens : les maisons, groupées

Digitized by Google

par quatre dans des îles (*insulæ*), durent être séparées les unes des autres par des espaces de 12 pieds (3^{m},54), et de 15 pieds (4^{m},43) des monuments publics. Les grands édifices furent construits sur les grandes places (*areæ*) ou sur les grandes voies militaires; les greniers de l'annone (*horrea publica*), les moulins (*molæ manuariæ* ou *machinariæ*) furent placés en seconde ligne, sur les voies secondaires. On construisit, dans les quatorze quartiers (*vici*), quarante-cinq mille sept cent quatre-vingt-quinze îles (*insulæ*) à quatre maisons, quatre cent vingt-quatre temples et mille huit cent trente palais ou monuments publics.

Malheureusement, les nouvelles rues droites ne suivirent plus les inflexions des anciens égouts, qui se trouvèrent parfois rejetés au milieu des massifs de constructions; comme les maisons particulières avaient besoin d'une communication directe avec les cloaques pour se débarrasser des eaux qui coulaient continuellement dans les bassins et les viviers intérieurs, il fallut faire souvent des travaux considérables pour rejoindre les égouts, et donner aux propriétés éloignées le droit d'accès et de raccordement sous les propriétés voisines.

Les anciens auteurs affirment, sans qu'il nous soit toutefois possible de les en croire, que tous ces travaux de la reconstruction de Rome, poussés avec une activité extrême, encouragés par de fortes primes à l'avancement, furent exécutés dans l'espace d'une année!

Par la suite, Constantin modifia quelques-unes des anciennes dispositions : il défendit de construire les maisons particulières à moins de 100 pieds (29^{m},50) des magasins publics et de 15 pieds des édifices; Théodose réduisit cette distance à 15 pieds pour tous les monuments publics. (*Servitutes urbanorum prædiorum.*)

Les mœniennes, galeries ou balcons saillants durent être éloignés de 10 pieds (2^{m},95) les uns des autres, et de 15 pieds (4^{m},43) des édifices. (Loi XLVI du Code Théodosien.)

Nous verrons, à propos des aqueducs, avec quelle profusion le service des eaux, dans la ville de Rome, était assuré depuis Agrippa, et quelle quantité considérable de réservoirs, de fontaines, d'abreuvoirs, de thermes, etc., se rencontrait sur tous les points.

Digitized by Google

La superficie primitive de Rome, comprise entre le mur d'enceinte, le Tibre et les collines, fut de 638 hectares (1), avec un développement de 8 186 pas (12 115 mètres). Pline évalue, de son temps, le développement des rues de Rome à 70 milles (104 kilomètres).

Plus tard, cet espace ne pouvant plus suffire à l'augmentation croissante de la population, Aurélien dut reculer l'enceinte, et lui donner une surface nouvelle de 1 396 hectares, avec 12 345 pas (18 271 mètres) de tour.

Comme terme de comparaison, nous rappellerons que la surface de Paris (douze premiers arrondissements) était de 3 439 hectares; celle du Paris actuel, avec ses vingt arrondissements, comprise dans l'enceinte continue, est de 7 802 hectares, avec une longueur de 750 kilomètres de voies publiques.

L'enceinte dite *Léonine*, tracée à Rome, en 852, par le pape Léon IV, comprend une surface moindre que celle d'Aurélien; elle n'a plus que douze portes.

Le chiffre de la population de Rome a été fort controversé : le plus probable, donné par Strabon, ne lui attribue pas, sous Auguste, plus de 320 000 à 340 000 habitants, non compris les 120 000 de la population suburbaine; l'immigration continue des campagnes et des provinces vers la capitale, et la réunion des faubourgs auraient porté, sous Aurélien, la population à 560 000 habitants, chiffre qui ne paraît guère avoir été dépassé.

POMPÉI.

Nous pouvons encore prendre sur le fait quelques détails intéressant la voirie urbaine chez les Romains, dans les villes comme Herculanum et Pompéi, détruites par l'éruption du Vé-

(1) Depuis le premier tracé ou l'enceinte primitive (*Pomœrium*) de Romulus, pour arriver à cette dernière étendue, Rome avait été agrandie deux ou trois fois, surtout par Sylla et par Auguste; d'après une ancienne loi, toute extension ne pouvait être ordonnée ou entreprise que par un consul honoré d'un triomphe.

Digitized by Google

suve de + 79. Pompéi, riche ville de province, ruinée seize ans auparavant par une première éruption, avait été reconstruite presque tout entière dans ce court intervalle, en l'état où nous la retrouvons, ce qui révèle une fois de plus la puissance, l'énergie et l'activité étonnantes du peuple romain; la ville neuve avait été dotée de tout le confortable, de toutes les améliorations, de tous les raffinements enseignés par la civilisation du temps, et peut les dévoiler à nos yeux.

Les rues (pl. IX, fig. 17) étaient droites et se rencontraient en général normalement; elles étaient pavées, assez étroites, de 7 à 8 mètres de largeur au maximum, et souvent de beaucoup moins, même de $2^{m},50$ seulement; elles étaient bordées de trottoirs assez élevés, laissant entre eux une chaussée d'environ $5^{m},50$ de largeur (1); on retrouve encore les traces des ornières laissées par les roues des voitures. On rencontre, vers le centre de la ville, une grande place, celle du *Forum civile*, de 38 mètres par 145 mètres, pavée en marbre noirâtre, entourée de nombreux édifices : temples, thermes, palais (basilique ou tribunal), prison, grenier public, etc., comme le voulait Vitruve; sur trois faces régnait un portique décoré de colonnes doriques de marbre blanc et de statues, et surmonté de terrasses. Il y avait une seconde grande place, le *Forum venale* ou marché, à proximité de l'enceinte, pour ne pas encombrer les rues des voitures d'approvisionnement. Le très-petit nombre de places dans les villes romaines est caractéristique : elles se réduisaient à une ou deux au plus, le *Forum civile* et le *Forum venale*, sur lesquels se concentrait toute la vie publique. Le centre de la place était inabordable aux voitures, dont la circulation était rejetée sur les côtés; les rues attenantes étaient dirigées suivant les prolongements de ces côtés, au lieu de tomber dans l'axe, comme nous le disposons aujourd'hui, en imposant souvent aux voitures un long détour.

Les maisons avaient deux étages, très-rarement trois, y

(1) Les rues sans égout, et par conséquent inondées par les pluies, gardent encore des pierres placées de distance en distance, pour permettre de passer d'un trottoir à l'autre (pl. IX, fig. 18).

Digitized by Google

compris le rez-de-chaussée; elles étaient presque toutes bâties sur un même plan, ce qui devait donner un cachet d'uniformité assez triste aux rues de cette ville, surtout avec la concentration de tous les édifices publics sur un seul point. Les rez-de-chaussée étaient généralement occupés par des boutiques (*tabernæ*). Les maisons n'étaient pas numérotées, mais portaient inscrit le nom de leur propriétaire. On rencontrait des fontaines publiques à presque tous les angles des carrefours, aux embranchements des rues (*bivia, trivia* ou *quadrivia*). On retrouve encore la caserne, l'amphithéâtre et le théâtre, dont les gradins étaient en marbre de Paros.

OSTIE.

A Ostie, autre ville de 80 000 habitants, construite de toutes pièces sous Claude, et frappée en pleine prospérité et en plein développement, on peut observer, au milieu des fouilles et des exhumations partielles qui ont été entreprises, un autre aspect de la vie romaine, celui d'une ville commerçante et active opposée aux villes oisives et blasées, comme Pompéi. Pour suffire à une circulation plus exigeante, au mouvement commercial de ce grand centre des arrivages, la largeur des rues avait été portée, sur beaucoup de points, à 15 mètres, donnée excessive pour l'époque; beaucoup de rues avaient toutefois conservé une largeur moindre. Elles étaient pavées en laves dures, et presque toutes étaient bordées d'arcades qui donnaient accès aux magasins et aux entrepôts, souvent à plusieurs étages; cette disposition, qui s'est perpétuée en Italie, surtout dans le voisinage des ports, marque bien le caractère de la ville marchande, dans laquelle les opérations commerciales appellent tout le monde au dehors, et transforment toutes les rues en bourses ou marchés; ces trottoirs couverts, qu'on retrouve souvent comme des portiques autour des ports et des bassins, constituaient dans la ville une innovation extrêmement heureuse, dont les Italiens et les Espagnols se sont judicieusement emparés.

Dans la plupart des autres villes romaines, dans l'Italie ou en province, nous ne retrouvons le plus souvent de leur ancien plan que des données assez vagues sur leur contour général,

Digitized by Google

révélé par les ruines de la vieille enceinte, qu'on a pu reconstituer assez complétement pour un assez grand nombre de villes; mais il est moins facile de rétablir le plan de l'ancienne viabilité intérieure, perdu dans les remaniements successifs.

BORDEAUX.

On a toutefois retrouvé le plan de Bordeaux, au IVe siècle, remarquable par la disposition régulière de ses rues et de ses îles de maisons; la ville, comprise dans une enceinte rectangulaire de 1 050 mètres par 1 550 mètres (163 hectares), est recoupée par quatre rues longitudinales et quatre rues transversales, correspondant aux portes, défendues par des tours, et précédées de grandes places demi-circulaires ou rectangulaires; le port est compris dans l'enceinte et dans la ville même, et placé à 400 mètres de la rive du fleuve. Cette disposition confirme la description qu'a donnée Ausone de Bordeaux, sa patrie :

« *Quadrua murorum species, sic turribus altis*
« *Ardua, ut aërias intrent fastigia nubes.*
« *Distinctas interne vias mirere, domorum*
« *Dispositum, et latas nomen servare plateas,*
« *Tum respondentes directa in compita portas...* »

Cette disposition géométrique, propre aux villes faites d'un seul jet, ne fut pas applicable partout; le plus souvent, sur les coteaux et les plateaux, que recherchaient les besoins de la défense, les voies se développèrent au hasard, formant un dédale très-difficile à reconstituer avec les quelques points de repère que les travaux modernes ont mis çà et là au jour.

Digitized by Google

CHAPITRE XI

ENCEINTES DES VILLES

Bien avant la fondation de Rome, aux temps des Chaldéens, des Assyriens et des Hébreux, on avait déjà la constante habitude de fermer les villes par des remparts, précaution évidemment nécessaire dans ces temps de guerres continuelles. Les fortifications de Thèbes, de Babylone, de Ninive, de Jérusalem, de Jéricho sont célèbres ou historiques; on peut citer aussi, comme œuvres remarquables, les enceintes cyclopéennes des Grecs et des Étrusques, qu'on retrouve encore de l'Asie Mineure jusqu'en Espagne et aux îles Baléares, à Céfalu, à Tirynthe, à Phigalie, à Phylée, en Grèce; à Segni, à Norba, à Alatri, en Italie; à Tarragone et à Mahon, en Espagne.

Un bas-relief assyrien de Ninive (pl. IX, fig. 3-4-5), déposé au Louvre, nous représente la mise en scène complète d'un siége : la ville attaquée apparaît entourée de murs élevés, défendus par des créneaux (1) et des tours qui les commandent. On a retrouvé, sur ce même modèle, les murs et les fossés inondables de Ninive. C'est le type commun de toutes les enceintes anciennes, emprunté par les Étrusques et les Romains, et conservé, sans modification bien profonde, presque jusqu'à la fin de notre Moyen-Age.

Sur ces exemples, les Romains, pour défendre le siége de

(1) Homère parle dans l'*Iliade* des créneaux des tours :
« Κροσσάς μὲν πύργων ἔρυον, καὶ ἔρειπον ἐπάλξεις. »

Digitized by Google

leur empire naissant, élevèrent, avec Romulus, un premier rempart, le *Pomœrium*, enceinte rectangulaire (d'où le nom de *Roma quadrata*) d'environ 1000 mètres de développement; Tarquin l'agrandit, deux cents ans plus tard, en prenant en partie pour défenses naturelles le Tibre et les collines. Le rempart de Tarquin se composait d'un mur de 23^{m},70 de hauteur et de 4^{m},50 d'épaisseur, protégé en avant par un fossé de 30 mètres de largeur et de 9 mètres de profondeur, et appuyé en arrière par un cavalier de 14^{m},80 de largeur; il s'étendait sur 1481 mètres, de la porte Esquiline à la porte Colline, puis plus tard il fut prolongé jusqu'à la porte Prénestine, par Sylla et par Auguste. Ce mur ne se défendait guère que par sa hauteur contre les escalades, et par son épaisseur contre l'action encore assez faible des machines de guerre de ce temps, où l'on ne connaissait que les armes d'hast.

Cette habitude de défendre les villes par une enceinte continue était générale : les Gaulois et les Germains entouraient leurs villes et leurs camps de murs faits avec des empilages de troncs d'arbres entrecroisés à angle droit et garnis de terre et de pierres. Au fur et à mesure des progrès de la conquête, les Romains fortifiaient les villes prises, pour appuyer la défense de leurs nouvelles frontières, pour couvrir ensuite les communications avec leurs armées, les provinces conquises, etc. Ils perfectionnèrent bientôt la défense des enceintes en les protégeant par des fossés, inondables quand ils le pouvaient, et en les flanquant de bastions ou de tours saillantes nombreuses (*propugnacula*), sur les angles et les faces, pour battre le pied du rempart et le fond des fossés.

Sous la puissante impulsion romaine, certaines provinces se transformèrent, des villes se créèrent de toutes pièces, phénomène assez rare de nos jours pour qu'il soit curieux de le revoir dans le passé. Nous trouvons dans Vitruve un véritable traité ou programme de la fondation des villes, qui paraît résumer assez complètement les idées et les exigences de son temps.

Digitized by Google

FONDATION ET DISTRIBUTION D'UNE VILLE ANTIQUE.

Vitruve entreprend d'abord une longue dissertation sur les conditions nombreuses que doit réunir l'emplacement de la ville projetée : il le veut salubre, élevé, pour qu'on y jouisse d'un air et d'un ciel plus purs; il proscrit le voisinage des marais et des eaux croupissantes, comme celui des Marais Pontins; il demande que le lieu choisi soit abrité des vents chauds, qui ramollissent le corps, et des vents froids et humides, qui engendrent ou aggravent toutes sortes de maladies. Si la salubrité ne laisse rien à désirer, si les environs sont fertiles et peuvent donner de l'eau très-saine, si de bons chemins permettent d'accéder facilement à ce point, si par surcroît on peut trouver, pour la commodité des approvisionnements, une rivière ou un port à petite distance, l'emplacement proposé mérite d'être choisi. Vitruve trace alors la marche à suivre pour fonder la ville, et en distribuer convenablement toutes les parties.

ENCEINTES.

Il faut procéder d'abord à la construction des murs (*mœnia*) et des tours de défense (*turres*); on les fondera sur des soubassements très-larges, descendus jusqu'aux terrains solides, et pour ces ouvrages on fera choix des pierres les plus dures que l'on puisse avoir à sa disposition. Dans le plan de cette enceinte, on évitera les angles droits ou aigus; ces angles ne conviennent pas à la défense : ils constituent des points faibles, facilement attaquables par les machines de guerre, et sont plus utiles aux assaillants qu'aux défenseurs. On n'admettra que des angles obtus. On donnera à la crête de ce mur une largeur suffisante pour que deux hommes armés puissent passer de front; on le consolidera sur cette épaisseur en noyant dans sa masse des traverses en bois d'olivier un peu carbonisé, qui en relient les parties.

Digitized by Google

TOURS.

Ce rempart sera défendu par des tours saillantes, convenablement distancées pour battre le pied des courtines et les portes d'entrée de la ville. Les chemins d'accès de la campagne à ces portes arriveront par la gauche, pour que l'assaillant présente aux coups son flanc droit découvert du bouclier, porté au bras gauche. Les tours ne seront écartées que de la portée des traits lancés des tours à la main ou avec les scorpions; la communication d'une courtine à l'autre, ou le chemin de garde, sera coupée au droit des tours, et maintenue par une passerelle volante, pour empêcher l'ennemi, maître d'une courtine, d'envahir tout le rempart (1). Les tours seront polygonales ou rondes, et non carrées, parce que les angles vifs ne résistent pas aux coups du bélier; les rondes sont les plus solides, parce que leurs éléments, taillés en coins, se serrent davantage sous les coups frappés de l'extérieur.

Ces tours avaient plusieurs étages; elles étaient souvent ouvertes du côté de la ville, pour que l'ennemi ne pût pas s'y loger; elles étaient surmontées de créneaux (*pinnæ*) et percées de meurtrières (*fenestræ*), et, en bas, d'une poterne (*fornix*) pour les sorties. On retrouve ainsi disposées les tours de la porte *Asinaria*, dans les murs de Rome (pl. IX, fig. 6-7-8-9).

Ces murs et ces tours devaient être protégés en avant par un fossé large et profond, aux talus le plus escarpés possible, rempli d'eau, quand on le pouvait. La maçonnerie des murs était toujours descendue au moins au niveau du plafond; quand le fossé s'ouvrait au pied même du rempart, on donnait plus de solidité à la muraille, pour soutenir une plus grande hauteur de terre (pl. IX, fig. 2). En arrière de ce mur, on construisait un mur parallèle ou contre-mur, descendu aussi bas, et implanté à

(1) Toutes ces prescriptions de Vitruve restèrent observées au Moyen-Age, qui n'eut pas, dans la guerre de siége, d'autres ressources que les Romains. C'est ainsi qu'on trouve sur des fleuves, à l'entrée des villes, des ponts biais, venant par la gauche, pour rendre le passage plus dangereux aux assaillants.

Digitized by Google

une distance suffisante pour que, sur le terre-plein enfermé entre eux, les troupes pussent se ranger en bataille et soutenir l'assaut. Ces deux murs de soutènement devaient être renforcés par les murs transversaux en dents de scie ou de peigne que nous avons décrits.

Vitruve autorise l'emploi de tous les matériaux, même des briques crues, à la condition que les maçonneries soient exécutées avec soin; il rappelle que les murs célèbres de Babylone (de 60 milles [89 kil.] de tour, 200 pieds [59 m.] de hauteur, et 50 pieds [15 m.] de largeur, au dire de Pline) furent construits en briques séchées et liées par du bitume, Pline dit du soufre et du fer (?).

Un point important que Vitruve ne précise pas, est la portée du trait, qui devait donner l'écartement des tours; nous trouvons cette donnée dans les *Commentaires :* César flanquait ses lignes de contrevallation de tours distantes de 80 pieds (environ 24 m.); au lieu d'un seul fossé au pied du rempart, il le portait souvent à 400 pieds (120 m.) en avant, avec deux fossés plus petits entre l'enceinte et lui.

Quand Aurélien agrandit et refit l'enceinte de Rome, il la dota de tous les progrès réalisés par l'art de la défense des villes; outre ces bastions et les créneaux des remparts, il ménagea, dans l'épaisseur des courtines, des voûtes intérieures, transversales et demi-circulaires, analogues à nos casemates actuelles, avec des meurtrières ou des embrasures sur la face extérieure, pour permettre de lancer des traits sur les assaillants et de doubler les étages de défense.

TRACÉ DES RUES.

L'enceinte étant supposée construite, Vitruve s'occupe du plan de la ville, en commençant par le tracé des rues, grandes et petites; il entre dans de longues explications sur le nombre des vents, leur influence, la détermination de leur direction, qu'il suppose à peu près la même sur tous les points; il attache une grande importance à défiler de ces coups de vent les rues des villes, et recommande d'orienter ces dernières suivant les bissectrices des vents régnants. On devait s'occuper ensuite de créer les principaux égouts et aqueducs.

Digitized by Google

Il prend encore le soin d'assigner les positions à donner aux temples, aux forums et autres endroits publics. Dans les villes maritimes, le forum sera placé près du port; le plus près possible du centre, dans les autres cités.

Les temples de Jupiter, de Junon et de Minerve seront construits sur les points élevés, celui de Mercure sur le forum, ceux d'Isis et de Sérapis sur le marché, celui d'Hercule près du cirque, celui de Mars près du champ militaire; ceux consacrés à Vénus et à Cérès seront érigés hors de l'enceinte.

DISPOSITION DES REMPARTS.

Nous voyons, par le texte de Vitruve, la place importante qu'occupa la fortification dès l'origine dans la constitution des villes antiques. Nous pouvons compléter les renseignements généraux de Vitruve par l'observation des monuments qui sont venus jusqu'à nous.

Le mur d'enceinte se composait généralement de deux murs de revêtement parallèles, à 6 ou 7 mètres de distance l'un de l'autre, comprenant entre eux un massif de pierres, de blocaille ou de sable tassé; ce terre-plein était un peu plus élevé que le sol de la place; on pouvait y monter par des escaliers ménagés de distance en distance (pl. IX, fig. 2).

Le mur extérieur s'élevait généralement à 5 ou 6 pieds au-dessus de cette large banquette, pour couvrir les défenseurs du rempart; ce parapet, de $0^{m},50$ d'épaisseur, était percé de créneaux à 1 mètre au-dessus du sol, entre des *merlons* ou trumeaux assez larges pour abriter un homme; on trouve ces créneaux figurés dans une antique mosaïque d'Avignon (pl. IX, fig. 1); à Pompéi, chaque merlon présentait, en outre, une traverse en retour d'équerre, pour défiler les soldats des traits ou des pierres lancés obliquement (pl. IX, fig. 1-2-3) par les scorpions (*scorpio* ou *chele*), les ballistes (*ballistæ* et *carroballistæ*), les *catapultes* et les *onagres*.

Pour battre directement le pied du rempart, défendre les approches et empêcher les travaux de sape à la base du mur, on disposa en surplomb des galeries saillantes, que le Moyen-Age

Digitized by Google

imita plus tard dans ses *hourds*, ses *mâchicoulis*, ses *moucharabys*, ses *brétèches* et ses *échauguettes;* ces galeries en bois, blindées, étaient soutenues par des boulins passés dans le mur et posés au moment du siége. Les fortifications romaines ne se défendaient ainsi que par le sommet; elles étaient pleines à la base, cherchant à présenter dans cette zone la plus grande résistance et les plus grandes difficultés possibles aux travaux de sape et de mine.

Végèce, aussi bien que Vitruve, avait proclamé que les fronts rectilignes de ces murs se défendraient très-mal, s'ils n'étaient soutenus de distance en distance par des tours saillantes, prenant les assiégeants en flanc, lorsqu'ils battraient les courtines. Avant eux, les Grecs, les Phéniciens, les Etrusques en avaient établi déjà pour commander les remparts.

Ces tours ne furent pas toujours rondes ou polygonales; les Romains les firent assez souvent carrées, notamment celles de l'enceinte de Tarquin, construites avec de gros blocs de pépérin. Plus tard, ils adoptèrent cependant plus fréquemment la forme ronde ou octogonale, qui avait l'avantage de diminuer la grandeur de l'*angle mort*.

Les tours ne firent longtemps saillie sur les courtines que de la moitié ou des deux tiers de leur diamètre; par la suite, pour obtenir une plus grande longueur des flancs battant le pied du rempart, on reporta plus en avant le front demi-circulaire, en le raccordant avec les remparts par deux éléments rectilignes tangents, plus ou moins allongés.

Ces murs et les tours étaient montés généralement d'aplomb, suivant le principe favori de la construction romaine.

LIGNE DE DÉFENSE.

Ces tours, dont le diamètre ne dépassait pas ordinairement 5 à 8 mètres, étaient établies à une portée de trait (lancé à la main ou avec l'arc) les unes des autres, pour battre efficacement le pied des remparts; cette longueur de la *ligne de défense* nous est transmise par un spécimen assez complet de la fortification permanente des Romains, le *castel-*

Digitized by Google

lum de Larçay, sur la rive gauche du Cher; ce fort, placé au sommet d'un coteau escarpé, a la forme d'un rectangle de 35 mètres et 75 mètres de côtés (pl. IX, fig. 13); aux angles s'élèvent quatre tours rondes de 6 mètres de diamètre, et sur les grands côtés deux demi-tours de même diamètre; la ligne de défense, au pied de ces bastions, varie de 18 à 28 mètres; on retrouve encore une distance de 15 à 25 et 30 mètres entre plusieurs tours des anciens remparts d'Arles. Toutefois, pour certaines enceintes ou certaines lignes fortifiées d'un très-grand développement, on ne put s'astreindre à rapprocher autant les bastions; on les écarta à 70, 90 et même 250 mètres de distance (1), en leur donnant en revanche une plus grande hauteur et un plus grand *commandement* sur la campagne et les courtines; ou bien on les remplaça, comme à Mérida, par des tourelles en encorbellement, très-rapprochées et commandant le pied des remparts à la façon des échauguettes du Moyen-Age.

DÉFENSES ACCESSOIRES.

Tous ces murs étaient protégés extérieurement par des fossés de 5 à 9 mètres de profondeur et de 12 à 24 mètres de largeur en gueule (pl. IX, fig. 2). Dans la fortification passagère, le fossé n'avait généralement que 5 mètres d'ouverture en gueule, avec des talus aussi escarpés que possible; les deux murs de revêtement du rempart descendaient au moins au niveau du plafond de ces fossés; on ne manquait pas de les inonder, quand on le pouvait, comme à Bourges, à Beauvais, à Évreux, à Sens. Le rempart s'élevait généralement de 5 à 6 mètres au-dessus de la campagne et de 10 à 15 mètres,

(1) Pour battre cette longue courtine, les tours étaient armées de ces machines de guerre antiques, *scorpions* (pour les javelots), *onagres*, *ballistes* et *catapultes*, qui lançaient, d'après Vitruve, des pierres pesant depuis 2 livres jusqu'à 250 et même 600 livres romaines (200 kilogrammes). On a reconstruit et expérimenté de nos jours, sur les données anciennes, quelques-uns de ces engins, qui ont atteint le but à 150, et même 200 mètres, avec une précision très-remarquable.

Digitized by Google

quelquefois de 24 mètres, au-dessus du fossé. En avant, de fortes lignes de palissade et des trous-de-loup garnis de piquets et de pointes aiguës en fer, appelées *stimuli*, couvraient encore, à la façon des chausse-trapes, les abords de la place. On multipliait ces obstacles surtout devant les portes et les poternes.

CASTRUM OU RÉDUIT.

Le système de défense comprenait toujours un *castrum* ou *castellum civitatis*, réduit ménagé pour la garnison repoussée des remparts; ce *castrum* était placé généralement au point le plus élevé de la place, commandant le plus possible toute la ligne des remparts; il touchait toutefois toujours à un front de ce rempart, pour pouvoir communiquer librement avec le dehors, recevoir des secours, ménager la retraite, etc. (pl. IX, fig. 14). Il en était ainsi pour la fortification des ports de Fréjus, d'Ostie, etc.

Étant donnée la faiblesse des moyens d'attaque et de l'action sur les murailles des machines de guerre, béliers, scorpions ou onagres, catapultes et ballistes, décrites par Vitruve, la fortification romaine présentait, comme le fait observer M. Viollet-le-Duc, une résistance passive considérable, et la défense avait la supériorité sur l'attaque.

MOYENS D'ATTAQUE.

Il n'était pas facile de faire brèche dans ces murs avec le seul effort du bélier (*aries*) ou du bélier couvert (*testudo arietaria*), ni d'arriver par la sape, à l'abri des mantelets (*vineæ*) et des chats (*musculi*), à pénétrer à travers les murs et les matériaux essentiellement éboulueux et coulants qui remplissaient les terre-pleins du rempart (1); on essayait plus souvent de donner

(1) Le bas-relief assyrien déjà cité nous représente toute cette tactique des siéges : les travaux de sape entrepris au pied des murs, la tentative d'escalade, l'attaque du bélier couvert, l'approche sous le couvert des mantelets roulants, les archers tirant sur les assaillants par les créneaux, etc. (pl. IX, fig. 3-4-5).

Digitized by Google

l'assaut et d'escalader les murs au moyen des tours de bois (*falæ*) élevées à plusieurs étages auprès des remparts, ou des planchers soulevés par des poulies et des cordes et guidés par un échafaudage (*sambucæ*), ou des tours mobiles et roulantes (*plutei* ou *turres ambulatoriæ*); ces machines, rapprochées des murs qu'elles commandaient, permettaient de couvrir de projectiles et d'éloigner les défenseurs du rempart, et livraient passage aux assaillants par des ponts mobiles abattus sur le couronnement des parapets. Ces tours, que César employa contre les Nerviens, et qui furent si souvent imitées dans le Moyen-Age, étaient longues à construire et à déplacer; on cherchait toujours auparavant à enfoncer les portes à coups de bélier et à pénétrer dans la place par une attaque de vive force.

PORTES.

Ces points faibles de l'enceinte, comme les poternes, étaient peu nombreux et particulièrement défendus; les portes étaient protégées par deux tours plus rapprochées et plus hautes encore que les autres, et se présentaient souvent de côté, au fond d'un angle rentrant, en face de parties bien découvertes, pour placer les assaillants sous les coups des longues lignes qui les flanquaient. Souvent, comme la Porte Saint-André à Autun, la Porte d'Auguste à Nîmes, elles étaient jumelles; des poternes latérales étaient réservées aux piétons (pl. IX, fig. 10-11-12). Ces portes étaient souvent voûtées à claire-voie ou étaient commandées en arrière par le chemin de garde, ou bien laissaient entre deux tours une cour découverte, pour permettre d'accabler de projectiles et de traits les agresseurs maîtres de la première entrée.

Elles se fermaient, comme plus tard au Moyen-Age, en avant, par une herse (*cataracta*) qu'on manœuvrait de l'étage supérieur par des treuils ou des moufles et qui glissait entre de profondes rainures; en arrière, par une autre herse, ou plus souvent par une porte à deux vantaux (pl. IX, fig. 10-11-12). Ce sont les dispositions principales que l'on a retrouvées à Pérouse, à Vérone, à Aoste, à Sens, à Arles, à

Digitized by Google

Périgueux, à Barcelone, à Pompéi. Dans cette dernière ville, il subsiste encore deux portes sur les huit ou neuf qui s'ouvraient autrefois au pourtour de l'enceinte (pl. IX, fig. 11). Celle-ci avait 10 mètres environ de hauteur et était formée d'un double mur avec remplissage intérieur. On accédait sur le terre-plein par deux rampes de part et d'autre de chaque porte. Quelquefois la porte était double en profondeur, comme la Porte Noire de Trèves (1) : la voie pénétrait dans la ville en traversant successivement deux passages voûtés, flanqués par des tours à trois étages et réunis l'un à l'autre par deux lignes de remparts, dont les défenseurs, conjointement avec ceux des tours, pouvaient accabler l'ennemi qui eût forcé la première porte et pénétré dans la cour intermédiaire.

FORTIFICATION DES DIVERSES POSITIONS.

La position recommandée par Vitruve pour l'emplacement des villes se trouvait généralement sur le bord des rivières et sur les coteaux qui les dominaient; c'est la situation empruntée par les Gallo-Romains pour les anciennes villes de Lyon, Bordeaux, Périgueux, Cahors, Poitiers, Saintes, Auxerre, Autun, Rouen, etc. La ville s'étendait alors de la rivière jusqu'au plateau voisin, avec une enceinte continue bordant la rivière et allant couronner le plateau, sur lequel s'élevait le *castrum*. Les deux rampants plus faibles, moins bien défilés, étaient plus soigneusement fortifiés. Quand un pont donnait accès à la ville, on fortifiait la tête sur l'autre rive par une tour isolée, un *castellum*, ou par un de ces ouvrages avancés, permanents ou provisoires, comme les Romains savaient en faire dans la campagne, sous le nom de *clavicula*, de *antemuralia* ou de *procastria*, sortes de lunettes ou de *barbacanes* employées pour couvrir les portes, les têtes de pont et les points faibles de leurs défenses.

---

(1) Trèves fut une ville très-importante, en possession du commerce des vallées de la Moselle et du Rhin; c'était une place très-forte; Ausone la décrivait ainsi :

« *Lata per extentum procurrunt mœnia collem.* »

Digitized by Google

Quand la ville était commandée par des collines, comme Rome, la ligne continue passait sur toutes les hauteurs voisines; les fronts étaient renforcés dans les vallons intermédiaires, et la ligne rentrait dans ces parties pour être mieux protégée par les flancs des coteaux et les sommets fortifiés.

Si la ville couronnait un plateau, comme à Langres, à Carcassonne, l'enceinte suivait exactement les contours et les crêtes, ne laissant en dehors aucune place sur laquelle l'attaque pût prendre pied.

CONSTRUCTION DES OUVRAGES.

La construction de ces remparts réunit toutes les combinaisons que nous avons indiquées pour les murs de soutènement : murs pleins, murs en dents de scie ou de peigne, à contreforts extérieurs, avec ou sans berceaux verticaux, murs doubles isolés ou reliés par des entretoises transversales. Du côté de la campagne, les saillies et les niches étaient toujours fermées et bloquées, pour enlever tout abri aux assaillants. Ces murs étaient construits ordinairement en moyen appareil, sur un soubassement en plus grand appareil, sans ciment, mais souvent relié par des crampons et monté au-dessus de la portée des béliers. On employa cependant le petit appareil rectangulaire, avec chaînes horizontales de briques et blocage en arrière, comme à Soissons, à Fréjus, au Mans, à Jublains. On eut même quelquefois recours à l'*incertum*, à l'*opus spicatum* ou à la maçonnerie de briques; on ne rencontre qu'exceptionnellement le réticulé; on trouve plutôt le grand appareil cyclopéen, comme à Tarragone. Le *mur d'escarpe* présente parfois un fruit assez prononcé, comme à Dax.

Les remplissages étaient assez habilement faits en sable fin ou en pierrailles, en matériaux essentiellement éboulieux et coulants, offrant des difficultés considérables au travail des mineurs, exigeant des boisages, des boucliers et des blindages très-pénibles et très-longs à établir, ou formant, en cas d'écroulement du mur de face, des talus très-éboulieux et peu praticables aux colonnes d'assaut.

Entourées de cette forte cuirasse, les villes purent avec avan-

Digitized by Google

tage déjouer les efforts des armées assiégeantes, même des légions romaines, tant qu'elles ne disposèrent que de béliers, de ballistes et d'échelles ; mais quand César, avec son génie fertile, sut transporter l'attaque du pied au couronnement mal défendu des remparts, avec les tours et les *beffrois* qu'il sut improviser aux siéges d'Alésia, de Bourges et de Marseille, la défense perdit de ses avantages ; il fallut donner plus d'épaisseur aux chemins de ronde, pour masser des rangs plus nombreux de défenseurs et pouvoir résister à l'assaut donné du haut des tours par les ponts mobiles abattus sur les remparts ; il fallut relever les tours, sous peine de voir leurs plates-formes couvertes de projectiles par les nouvelles tours en bois, en briques ou en pierres que César savait élever et leur opposer, à portée de trait, pour dégarnir de leurs défenseurs les points attaqués et permettre, à la faveur de *chats* ou blindages roulants, la descente du fossé et l'attaque des murs par la sape et les mines. Ce fut une révolution complète dans l'art des siéges. Comme les Gaulois avaient bientôt su retourner contre les Romains ces moyens d'attaque, on tint compte, dans les fortifications postérieurement exécutées dans la Gaule, pour la nouvelle enceinte d'Aurélien, à Rome, à Fréjus, à Pompéi, de ces principes nouveaux : on donna plus d'épaisseur au couronnement du rempart, un plus grand commandement au *castrum* et aux tours ; on superposa plusieurs étages de feux, si l'on peut commettre cet anachronisme ; on ajouta des traverses et des réduits voûtés pour abriter les défenseurs.

LA TRADITION ROMAINE AU MOYEN-AGE.

Les principes et les traditions de la fortification romaine, conservés soigneusement par les ingénieurs lombards et génois, se maintinrent, sauf quelques modifications et complications de détail, jusqu'à la fin du XVe siècle, jusqu'à l'avénement de l'artillerie : les arcs ayant acquis une portée plus grande, la ligne de défense fut d'abord allongée à 40^{m} ou 50^{m}, mais la construction fut longtemps bien inférieure à celle des Romains ; toutefois, au retour des Croisades, on se remit à construire plus solidement ; on rehaussa les tours et les courtines, pour se mettre à l'abri des

Digitized by Google

machines de guerre perfectionnées et vulgarisées par les Orientaux; on doubla et tripla les enceintes et les remparts; on remplaça les hourds en charpente par les mâchicoulis, les brétèches et les échauguettes en pierre de taille; on multiplia les ponts-levis ou *tornéis;* on couvrit mieux les défenseurs par des abris et des mantelets; pour résister plus efficacement à la sape, on construisit les murs avec des arceaux de décharge et des points d'appui plus indépendants; on sut mieux couvrir les points faibles par des barbacanes. Parallèlement, le matériel de siége se perfectionna, mais sans pouvoir réussir encore à donner à l'attaque la supériorité sur la défense; en 1480 seulement, l'emploi de la poudre à canon dans les mines et l'intervention de l'artillerie viendront renverser cette proportion : il faudra abaisser le commandement, étendre le rayon des défenses extérieures et commencer une ère de révolutions et de transformations dont nous ne prévoyons pas encore le terme.

ANCIENNES ENCEINTES.

Pour nous rapprocher de notre sujet, nous devons faire observer que, malgré l'assertion de Vitruve, on ne commença pas probablement toujours, en pratique, la fondation d'une ville par la construction de son enceinte, à un moment où l'on ne pouvait rien augurer de ses besoins et de son avenir; c'était, du reste, un travail considérable, représentant une grande somme de dépenses et d'efforts que l'on ne pouvait rassembler que bien plus tard, quand la cité possédait une municipalité constituée et de grandes ressources en ouvriers et en argent; toutes les circonstances s'accordaient en conséquence pour faire remettre cette entreprise au moment où se dessinaient beaucoup mieux l'importance et le contour de la ceinture à créer. C'est ainsi que Rome attendit deux cents ans le premier rempart de Tarquin; l'enceinte de Tours, par exemple, ne fut exécutée que vers 430 (1), sous Va-

(1) Ces remparts, qui furent alors improvisés pour se mettre rapidement en état de défense après les premières invasions des Barbares, furent beaucoup moins soignés que les anciens ouvrages; on négligea le fossé, on entassa les matériaux qu'on trouva à sa portée, on donna au rempart un grand commandement sur la campagne (12 à 13 mètres à Tours), et les parapets furent percés de meurtrières.

Digitized by Google

lentinien III, comme celle d'Auxerre dans le IVe siècle, alors que *Cæsarodunum* et *Autessiodurum* avaient acquis, depuis un ou deux siècles, une importance marquée par le grand nombre des voies qui s'y croisaient.

On a pu reconstituer complétement le plan des anciennes enceintes d'Evreux, d'Auxerre, de Dijon, de Beauvais, de Meaux, de Bourges, de Strasbourg, de Dax, du Mans et de Senlis; on retrouve des parties fort considérables des remparts laissés par les Romains à Poitiers, à Jublains, à Châteaubleau (6000 mètres de circuit), à Soissons, à Bayonne, à Lescar, à Saint-Bertrand-de-Comminges (1), à Lectoure, à Arles, à Autun, dans les villes de la côte normande, à Augst (4900 m. de contour); en Afrique, les exemples ne sont pas rares : on en rencontre à Ziama, à Constantine, à Bougie (2500 m. de circonférence), à Sétif (4000 m.), à Lambessa (9000 m.), à Tébessa (murs de 12 à 15 m. de hauteur sur 1200 m. de tour), à Bône (ville de 60 hectares, entourée d'une enceinte continue), etc. On trouve encore des enceintes fort considérables en Espagne, et quelques-unes méritent particulièrement d'être citées : celle de Ségovie, de 9 à 10 m. de hauteur, avec quatre-vingt-trois tours; celle de Léon, enceinte octogonale de 4 à 5 m. d'épaisseur, flanquée de tours rondes, construite sous Auguste par la légion Septima-Gemina; celle de Lugo, attribuée à la même légion, avait des murs de 10 à 12 m. de hauteur, de 5 à 6 m. d'épaisseur et de 2115 m. de développement, avec des bastions semi-circulaires; Mérida avait un rempart de six lieues de contour, protégé par cinq châteaux-forts, trois mille six cents tourelles, et défendue par une garnison de quatre-vingt-dix mille hommes; la fortification la plus gigantesque après celle de Babylone défendait Tarragone : c'était une construction cyclopéenne, de 64 000 m. de longueur, avec des tours nombreuses pour abriter cette grande ville, qui compta jusqu'à un million d'habitants. Carthage, d'après les Géographes grecs, avait 20 kilomètres de remparts; son enceinte,

---

(1) Toulouse avait de superbes remparts en briques :
« *Coctilibus muris quam circuit ambitus ingens.* »

AUSONE.

Digitized by Google

au dire d'Appien, avait 15 m. de hauteur ; elle était double du côté de la campagne.

Comme terme de comparaison, l'enceinte continue de Paris offre un développement de 32 kilomètres.

SUPERFICIE ET POPULATION DES VILLES. — DENSITÉ.

Il peut être instructif de rechercher la densité de la population dans les villes les plus peuplées de l'époque romaine, et de la rapprocher des données actuelles ; les renseignements anciens ne peuvent pas malheureusement être contrôlés ; pour n'être qu'approximatives, les conclusions qu'ils nous fourniront ne manqueront pas d'offrir cependant un certain intérêt :

Villes.	Population.	Superficie.	Nombre d'habitants par hectare.	Nombre de mètres carrés par habitant.
Rome (1re enceinte).	320 000 hab.	638h	501 hab.	20mq
— (2e enceinte)..	560 000	1 396	400	25
Tarragone	1 000 000	18 000	50	200
Carthage...	700 000	1 600	437	23
Alexandrie.....	600 000	1 225	490	20
Babylone.....	600 000	45 000	13	752
—	—	—	—	—
Paris (12 arrond.)..	996 000	3 439	296	34
— (20 arrond.)..	1 825 000	7 802	234	43
Londres.....	3 356 000	39 351	85	117
Lyon.....	323 000	4 336	81	123

L'entassement de la population comprimée dans Rome devait être effrayant, si l'on tient compte encore de la grande surface occupée par les places, les palais et les monuments publics, et surtout du petit nombre d'étages des maisons, qui ne devaient pas dépasser trois, en y comprenant le rez-de-chaussée ; en raison de l'élévation des constructions modernes, qui comportent quelquefois jusqu'à six étages, la surface disponible ou utilisable de nos villes est réellement doublée relativement à la surface des villes antiques ; nous occupons alors individuellement à Paris une sur-

Digitized by Google

face quadruple (86 contre 20) de la surface accordée à chaque habitant dans la Rome antique; il est vrai que les esclaves y avaient si peu de place! C'est une densité six fois plus considérable que pour Londres (117 contre 20), dont les maisons à deux ou trois étages laissent comparer directement les surfaces disponibles sans doublement.

A Paris, la densité varie considérablement, d'un arrondissement à un autre, entre les limites de 820 habitants par hectare, ou de 12$^{m^2}$ par habitant (Bourse), à 60 habitants par hectare ou 166$^{m^2}$ par habitant (Passy); la densité de l'arrondissement le plus populeux de Paris représente donc moins que la densité moyenne de toute l'ancienne Rome (24$^{m^2}$ pour 20).

Pour trouver plus d'air et plus de place, il fallait aller en province, où l'on disposait de grandes surfaces disponibles, de 200 à 250$^{m^2}$ par habitant, à Tarragone, tout comme nous les trouvons de nos jours à Lyon, par exemple, où les maisons ayant généralement cinq étages, il faut doubler la surface disponible pour obtenir des conditions comparables. Alexandrie, pour arriver à l'énorme densité que nous lui découvrons, eut à subir des exigences spéciales : toute la ville, essentiellement commerçante, voulut se grouper autour des ports, dans l'espace resserré entre le rivage et le lac Maréotis; il en résulta un entassement sans pareil, effrayant sous un pareil climat.

Ces enceintes continues, insuffisamment calculées, durent nuire considérablement au développement progressif des cités antiques, comme nous pouvons l'observer de nos jours pour les villes fermées; l'espace et l'avenir ne furent pas toujours aussi largement prévus que pour Tarragone, et nous avons rencontré plus souvent des contours de 3 à 5000 mètres, comprenant entre eux, au maximum, une superficie de 200 hectares, pouvant donner asile à une population au plus de 100 habitants par hectare, pour ne pas reproduire un entassement inacceptable autre part que dans une capitale; l'accroissement était alors fatalement limité par cette ceinture inflexible à un maximum de 20 000 habitants; cet héritage gênant a dû le plus souvent disparaître sous les coups de pioche des démolisseurs, quand, par le fait du progrès régulier, les villes se sont senties étouffées entre ces épaisses murailles. C'est pourquoi nous ne retrouvons

Digitized by Google

de ces anciens remparts que des restes informes, des pans délabrés, épaves échappées aux transformations successives et au mouvement général d'extension. On rencontre ces enceintes mieux conservées en Afrique, dans les villes mortes, d'où la population s'est retirée avec la civilisation romaine ou arabe. Sur certains points particulièrement favorisés, les civilisations carthaginoise, romaine et arabe se sont succédé, en apportant chaque fois un progrès nouveau, et chaque fois un élargissement de l'enceinte; on peut souvent comparer côte à côte les constructions de ces trois peuples : celles des Romains ont le moins bien résisté sous ce climat sec et brûlant; faute d'avoir modifié leur méthode, pour avoir maintenu les blocages à grand bain de mortier, qui s'effleurit à l'air et n'acquiert pas toute la cohésion désirable, ils sont restés inférieurs à leurs devanciers et à leurs successeurs; Carthaginois et Sarrasins furent mieux inspirés : ils surprirent le secret des immortelles constructions égyptiennes, réduisirent l'emploi de la chaux, la proscrivirent même souvent de leurs ouvrages, et ne comptèrent que sur la précision des joints et des assises bien appareillés pour obtenir toute la stabilité et toute la solidité nécessaires; ils ont si bien réussi, que les Arabes, pour agrandir leurs villes, ont pu facilement renverser les murs des Romains, mais ne sont pas parvenus à raser les remparts carthaginois; aussi n'ont-ils pas manqué de s'en approprier le mode de construction, qu'il ont appliqué à leur tour avec le même succès.

Les villes antiques, comme les villes du Moyen-Age, emprisonnées et moulées en quelque sorte dans leur rude cuirasse, toujours trop étroite, furent condamnées à une immobilité relative, que ne connaissent plus nos villes, libres de se développer à leur aise, au gré de toutes les nécessités nouvelles; elles ne purent obéir à cette loi qui range peu à peu les cités modernes, maîtresses de leurs mouvements, suivant un grand axe déterminé par la direction des vents régnants, oriente les nouveaux quartiers et les distribue dans un ordre rationnel à la recherche d'un air plus pur. Pour les villes romaines, une fois la position déterminée, dans le voisinage de l'eau et de circonstances naturelles favorables à la défense, généralement dans des presqu'îles ou sur le flanc de collines escarpées,

Digitized by Google

que l'on occupait de la rivière au plateau, après les premiers développements de la ville, on traçait tout autour du noyau formé un *cercle de Popilius* dont la ville ne pouvait de longtemps sortir, dans lequel elle devait graviter autour de ce forum, qui concentrait et absorbait la plus grande part de la vie antique. Les divisions si tranchées que nous trouvons de nos jours entre les quartiers riches ou tranquilles, les quartiers commerçants et les quartiers ouvriers ou industriels, n'existèrent pas : la petite industrie du temps ne se localisa que rarement dans une rue, comme elle le fit plus tard au Moyen-Age, et resta généralement dispersée sur tous les points de la ville; en dehors des ports, le commerce n'eut pas du reste les allures bruyantes et animées qu'il a prises de nos jours : il avait bien plutôt les habitudes calmes et modestes qu'il a gardées dans les villes intérieures de l'Italie; en conséquence, la classification par quartiers ne se fit pas, et le mélange resta complet.

En le conjecturant d'après les indices et les rares témoins qui nous restent, les villes romaines, avec leurs monuments groupés sur une même place, autour du Forum, qui accaparait tout le mouvement et toute l'animation, avec leurs rues droites et leurs maisons uniformes, avec leur marché ou leurs thermes, leurs cirques ou leurs amphithéâtres, qui attiraient sur un même point, à un moment donné, leur population tout entière (1), les villes antiques ne devaient rien offrir de la physionomie si intéressante, si variée et si vivante de nos cités modernes.

---

(1) C'est ainsi que la plus grande partie de la population de Pompéi, réunie dans l'amphithéâtre, sur un point abrité des laves et des cendres, put échapper au désastre de l'année 79.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE XII

AQUEDUCS

Les Romains comprirent de bonne heure que l'eau, dans les grandes agglomérations, est une nécessité de premier ordre, aussi indispensable que l'air et la lumière à l'existence et à la salubrité. Ils tinrent à honneur de la distribuer partout, au prix de sacrifices excessifs, avec une abondance et une largesse qui n'ont jamais été dépassées. Par la profusion des bassins et des fontaines jaillissantes qu'elle alimentait, l'eau devint ainsi le plus bel ornement des villes romaines.

S'ils apprirent des Étrusques à dériver les sources par des canaux à la surface du sol ou par des galeries souterraines, ils empruntèrent probablement aux Phéniciens l'art de suspendre ces canaux au-dessus de grandes arcades pour leur faire franchir des vallées larges et profondes. A l'époque du voyage d'Hérodote, vers le Ve siècle avant notre ère, les Phéniciens avaient déjà trois aqueducs hardiment jetés sur la mer pour amener à Tyr insulaire les eaux fraîches du Kasimieh et de trois sources. Il reste même des vestiges de ces aqueducs entre Tyr et Ras-el-Aïn. Leurs descendants, les Carthaginois, avaient doté depuis longtemps leur ville d'un magnifique aqueduc, quand les Romains entreprirent le-premier des leurs.

Babylone, de son côté, avait une dérivation qui lui amenait les eaux de l'Euphrate, prises à Hit-el-Hillah. Eupalinus avait déjà construit en — 687, avant le premier aqueduc de Rome, celui de Samos.

Digitized by Google

Les Romains furent tellement séduits par les avantages de ces installations, qu'ils les propagèrent partout, et dans leur ville et dans leurs colonies, en se surpassant eux-mêmes dans ces constructions, qu'ils voulurent rendre éternelles comme les besoins auxquels elles répondaient. Ils nous en ont laissé de très-nombreux témoins, respectés plus que tous les autres pour les services qu'ils ont continué à rendre à travers les siècles.

Nous avons, pour nous guider, un traité spécial sur cette matière, que nous a transmis Sextus Julius Frontinus (+ 40, + 106), curateur des eaux sous Nerva et Trajan. Son livre, écrit vers + 98, nous initie à l'enfantement de ce magnifique service hydraulique dont Rome fut dotée et que l'on ne surpassera jamais, et à tous les détails de son organisation et de son administration.

C'est sur l'expérience des travaux faits à Rome que l'art se fonda. Il est donc naturel de commencer cette étude par l'histoire des grands aqueducs de Rome, qui nous fourniront l'occasion d'examiner les moyens et les procédés mis en œuvre par leurs constructeurs, procédés qui se répandirent ensuite avec les légions sur tout le territoire de l'empire.

AQUEDUCS DE ROME.

Dans les premiers temps de la fondation de Rome (— 754), les habitants n'eurent à leur disposition, en dehors de quelques puits ou citernes, que les eaux du Tibre, eaux très-souvent troubles, et tièdes par surcroît pendant l'été. A la fin des guerres contre leurs voisins, les Étrusques et les Volsques, et de leurs querelles intestines, ils songèrent à amener les eaux plus pures des collines environnantes.

1° *Aqua Appia.* — En — 312, le censeur Appius Claudius Cœcus, sous le consulat de Valérius Maximus et de Décius Murus, amena de 11 milles (16k,296) à l'est de Rome les sources des collines qui bordaient les voies Collatia et Prénestine. Un aqueduc conduisait l'eau sur la Porte Majeure (*Nævia*), d'où elle

Digitized by Google

était dirigée d'une part sur le mont *Testaceus*, de l'autre vers le pont *Sublicius*. Ce premier aqueduc fournit l'eau *Appia*, 1825 *quinaires*, et coûta 8 400 000 sesterces (3 423 420 francs).

2° *A. Anio vetus*. — En — 273, les censeurs M. Curius Dentatus et Lucius Papirius Cursor, sous le consulat de Spurius, consacrèrent les dépouilles de Pyrrhus à créer, pour les quartiers plus élevés, une dérivation de l'*Anio vetus*, prise à l'est-nord-est de Rome, à 4 kilomètres de Tibur et à 200 mètres au-dessus du niveau de la plaine. Cet aqueduc eut 43 milles (64 kilomètres) de longueur, des arcades très-hardies, et donna 4398 quinaires; il fut achevé par Flavius Flaccus, curateur des eaux.

Ces deux aqueducs suffirent aux besoins de Rome jusqu'en — 146.

3° *A. Marcia*. — A cette époque, on répara les deux premiers aqueducs, et le préteur Marcius, sous Servius Sulpicius Galba et L. Aurélius Cotta, dut conduire, sur l'ordre du Sénat, d'autres sources plus pures au Capitole, pour les usages domestiques. Il alla les chercher plus haut, dans la vallée de l'Anio, au nord-est de Rome, et les amena par un bel aqueduc de 63 milles (94 kilomètres), avec une longueur de 6 milles d'arcades et de nombreux tunnels. Cet aqueduc *Marcia* fournissait 3295 quinaires et ne coûta, dit-on, que 1 142 400 francs, en ne comprenant pas sans doute les mains-d'œuvre et les corvées. Ses eaux étaient réputées les plus salubres et les plus fraîches. Cet ouvrage fut réparé plus tard par le pape Urbain VIII.

4° *A. Tepula*. — En — 116, sous le consulat de Plautus, les censeurs C. Servilius Cœpio et L. Cassius Longinus amenèrent 440 quinaires détournés par l'aqueduc *Tepula*, à 10 milles au sud-ouest de Rome, près de Frascati (*Tusculum*), vers le lac d'Albano.

Ce furent là les aqueducs construits par Rome républicaine.

5° *A. Julia*. — En — 35, sous le deuxième consulat d'Auguste, M. Agrippa répara l'*Anio vetus* et amena de 15 milles

Digitized by Google

au sud-ouest de Rome, des environs de Marino, avec 6 milles d'arcades, 1200 quinaires par l'aqueduc *Julia*, alors le plus élevé de Rome.

6° *A. Virgo.* — Agrippa, curateur des eaux, alla chercher, en — 22, aux environs de Collatia, 2500 quinaires d'une eau excellente, l'eau *Virgo*, amenée par un aqueduc de 14 milles dont une ligne de sept cents arcades fut décorée de quatre cents colonnes et de trois cents statues; il alimentait sept cent huit bassins. Cet aqueduc fut restauré par le pape Nicolas V, et achevé par Pie IV en 1563.

7° *A. Alsietina.* — L'avant-dernière année avant notre ère, l'aqueduc *Augusta* ou *Alsietina* fut construit pour amener les eaux du lac *Alsietinus* (aujourd'hui lac de Martignano, vers le lac Bracciano), pour les viviers, les arrosages, la naumachie d'Auguste et la rive droite du Tibre, jusque-là négligée; cet aqueduc se développait sur 33 kilomètres, et, entrant à Rome par la porte Aurelia, se rendait sur le mont Janicule.

Auguste fit encore exécuter un autre aqueduc pour suppléer, dans les temps de sécheresse, à l'aqueduc Marcia.

Les anciens conduits de l'eau Alsietina servirent, sous Paul V, à amener les eaux d'Arcolo et de Bassano, qui prirent alors le nom d'eaux *Paulines*.

8° et 9° *A. Claudia* et *A. Anio novus.* — Pour dépasser tous ses prédécesseurs, C. César Caligula fit commencer, en + 33, les travaux d'amenée des eaux *Claudia* et *Anio novus*, qui devaient faire affluer à Rome autant d'eau que tous les anciens aqueducs ensemble; ces deux ouvrages furent achevés par Claude en + 49.

L'aqueduc *Claudia* prenait un volume de 4600 quinaires à 38 milles de Rome, aux eaux Cœrulea et Curtia, dans la vallée de l'Anio, vers Pisciano et Osteria Ferrata; il côtoyait l'aqueduc Marcia, se développait sur 46 milles, dont 6 milles en arcades. et arrivait à Rome, à $47^{m},42$ de hauteur, sur le mont Aventin. Il aurait coûté près de 7 millions et demi de francs.

L'autre aqueduc, plus colossal encore, dérivait l'eau de l'Anio à 42 milles de Rome, près de Subiaco, se développait sur

Digitized by Google

59 milles, dont 9 en arcades, et amenait 4738 quinaires à 47^{m},52 de hauteur. Il aurait coûté, au rapport de Pline, 55 500 000 sesterces (13 900 000 francs).

Ces seuls aqueducs, avec leurs embranchements, présentaient un développement total de 428 kilomètres, dont 49 sur arcades; ils fournissaient 12 454 quinaires (environ 705 000 m. cubes) d'eau, et en perdaient ou en distribuaient presque autant (11 000 quinaires) sur leur route.

Cet approvisionnement ne parut pas suffisant avec l'accroissement continu de la population de Rome; les empereurs s'appliquèrent tous à réparer les anciens aqueducs et à en construire de nouveaux, pour y attacher leur nom; il y avait au VIe siècle, sous Procope, quatorze aqueducs, et plus tard la Rome des empereurs disposait de vingt dérivations d'après l'*Epilogue* de Publius Victor, de dix-neuf seulement d'après la *Notice de l'empire;* ces eaux devaient alors se confondre parfois dans les mêmes aqueducs; elles portaient les noms de : *Appia*, *Marcia*, *Virgo*, *Claudia, Herculea, Tepula, Damnata* ou *Crabra, Trajana*, *Ania, Alsia, Julia*, *Ciminia, Aurelia, Severania, Antoniniana, Alexandrina;* Victor ajoute : *Cœrulea*, *Algentiana*, *Sabatina* et *Septimiana;* au lieu de ces quatre dernières, la *Notice* indique : *Augusta*, *Alsietina* et *Setina*.

Il y eut encore des dérivations, *Curtia*, *Neronia*, etc., qui vinrent sans doute augmenter le volume des eaux de certains aqueducs.

Après Frontin, nous sommes moins bien renseignés sur les détails de la construction de ces derniers aqueducs, dont il ne reste souvent que des ruines.

On sait toutefois que, dans l'ensemble, l'approvisionnement journalier de Rome fut porté, du temps de Frontin, à 14 018 quinaires ou 790 895 m. cubes, avec plus de 600 000 m. cubes perdus, détournés ou distribués sur le parcours, complétant un volume total de 1 400 000 m. cubes dérivés en tête de ces ouvrages. Ce nombre fut considérablement augmenté encore par les dix ou douze dérivations postérieures.

Les trois aqueducs subsistants fournissent encore aujourd'hui 180 000 m. cubes à environ 170 000 habitants.

Digitized by Google

Les premiers aqueducs ne conduisaient pas l'eau à de très-grandes hauteurs, soit pour éviter de grands ouvrages, soit par ignorance des vrais besoins du service; ce fut seulement après la création de l'aqueduc Marcia que les quartiers élevés furent directement desservis.

Les aqueducs arrivaient par les remparts (1) de la ville et débouchaient dans un ou plusieurs bassins maçonnés et couverts, châteaux-d'eau (*castella*) placés aussi haut que possible; de là partaient les tuyaux de distribution en plomb, de divers modules déterminés, pour répartir les eaux entre les divers quartiers et les différents services.

Ces eaux appartenaient à la République, plus tard à l'Empereur; en surplus des services publics, elles étaient vendues aux citoyens, en vertu de concessions spéciales.

ADMINISTRATION.

Le service des aqueducs et des eaux fut d'abord dévolu aux censeurs, puis aux édiles, enfin à des curateurs spéciaux qui eurent une très-grande autorité. Agrippa, ayant réparé à ses frais quelques aqueducs, reçut d'Auguste le titre de *curateur perpétuel des eaux* (*curator perpetuus aquarum*), qui lui donna, ainsi qu'à ses successeurs, la charge à vie de la création, de l'entretien et de la surveillance des aqueducs, de la délivrance des concessions et du contrôle de la distribution.

Agrippa créa une comptabilité générale des arrivées d'eau et des concessions; pour les travaux de réparation et d'entretien, il organisa une *famille* d'esclaves chargée spécialement de toutes les opérations qui concernaient le service des eaux. Cette famille de quatre cent soixante individus se partageait la surveillance et l'exécution des divers travaux; elle comptait :

Les gardiens des sources (*villici*);

---

(1) C'est ce qui faisait dire à Rutilius :

« *Nec minus et propriis celebrantur roscida venis,*
« *Totaque nativo mœnia fonte sonant.* »

Digitized by Google

Les gardiens des châteaux ou réservoirs (*castellarii*);

Les inspecteurs ambulants (*circitores*);

Les paveurs (*silicarii*);

Les faiseurs d'enduits (*tectores*);

Les aiguadiers (*aquarii*), chargés de faire les prises d'eau;

Les niveleurs ou mesureurs (*libratores*), chargés des nivellements et de la pose des calices de jauge et des branchements;

Les mesureurs (*metitores*), qui réglaient la distribution par quartiers;

Les pointeurs (*punctarii*), qui posaient les *points* ou branchements des concessions particulières, etc.

Ces esclaves étaient payés sur les redevances des concessions, qui produisaient, au temps de Frontin, la somme infime de 62 315 francs : beaucoup de concessions étaient gratuites, les autres se traitaient à fort bas prix, et la fraude détournait une quantité d'eau considérable.

Avant l'organisation de la famille publique par Agrippa, sous la République, des entrepreneurs désignés avaient la ferme de l'entretien des aqueducs et devaient tenir des esclaves sur le parcours des conduites.

Les travaux de construction et de grosse réparation étaient confiés à des entrepreneurs ou donnés à la *famille*. Quelquefois, les empereurs ou des citoyens riches les entreprenaient à leurs frais; c'était encore un moyen licite des plus puissants pour briguer la faveur populaire. Plus tard, quand le réseau des aqueducs se fut étendu à l'infini, pour assurer le nettoyage des aqueducs sur tout leur parcours, les empereurs affranchirent de tout impôt les fonds traversés par ces ouvrages, mais à charge du curage; comme sanction pénale, en cas de négligence, les terrains soumis à cette servitude étaient confisqués.

Pour la direction des travaux, il y eut, sous les ordres des curateurs, le personnel ordinaire d'architectes, d'inspecteurs, de mesureurs, etc., qu'on rencontrait sur tous les travaux romains. On trouve même, sous Hadrien, dans la *Notice des dignités de l'empire*, un *consularis aquarum*.

Les empereurs envoyèrent souvent de Rome, aux villes de province qui voulaient créer des distributions d'eau, des archi-

Digitized by Google

tectes et des ouvriers spéciaux, expérimentés en ces matières; ce fut le plus souvent le seul concours que leur prêta l'administration centrale.

QUALITÉ DES EAUX.

Les Romains furent très-exigeants pour la qualité et la température des eaux potables; et les aqueducs nouveaux qu'ils élevèrent, amenant les eaux de très-loin, furent créés moins souvent pour augmenter le volume disponible que pour rechercher une qualité toujours meilleure (1). Le soin avec lequel tous les canaux, les réservoirs et les bassins étaient recouverts, pour conserver à l'eau la fraîcheur et une température régulière, conditions hygiéniques indispensables, l'accumulation des piscines épuratrices témoignent des exigences du temps sous le rapport de la pureté et de la salubrité des eaux; les conduites étaient surveillées sans relâche, et l'on frappait d'amendes énormes, de 10 000 sesterces (2 689 fr. 10), les tentatives de corruption ou d'altération des eaux; deux citoyens par canton aidaient à la surveillance et à la répression des délits de ce genre.

Le curateur et deux adjoints nommés par l'empereur et confirmés par le Sénat veillaient au fonctionnement régulier et continu des aqueducs, et aux mesures à prendre sans retard, en cas d'accident ou d'interruption.

PRISES D'EAU.

Les Romains préférèrent toujours les eaux de sources, plus claires et plus fraîches, aux eaux courantes, qu'ils n'utilisèrent qu'à défaut absolu d'autres. Dans ce cas, ils faisaient une simple dérivation réglée par une vanne; quelquefois ils complétaient la prise par un barrage dans la vallée. Ils avaient appris, des Orientaux sans doute, pour alimenter leurs aqueducs, à retenir

---

(1) Rutilius disait :

« *Frigidus æstivas hinc temperat halitus auras ;*
« *Innocuamque levat purior unda sitim.* »

Digitized by Google

les eaux des plus petits ruisseaux derrière de grands barrages; on en trouve des exemples aux environs d'Aix, de Saint-Remy, de Saint-Bertrand-de-Comminges, à l'ancien *Tauroentum* (en face de La Ciotat), et l'on fit plus tard de grandes applications de ces retenues pour l'approvisionnement de Byzance.

Quant au captage des sources, ils n'ignoraient pas le procédé de captage par drainage, procédé fort ancien, si l'on en juge par les *câris* de la Perse, et par quelques travaux romains; l'ancien aqueduc des Prés-Saint-Gervais s'alimentait encore de cette façon.

L'art de conduire les eaux et les sources fut très-florissant sous les Romains; les œuvres nombreuses qu'ils nous ont léguées, en témoignent suffisamment. Nous en verrons de plus délicates applications à propos des sources thermales. Pour les eaux d'alimentation, ils curaient à vif le bassin de la source, dégageaient les issues, l'entouraient de murs épais, de massifs de retenue, en dehors du périmètre de la source, et recouvraient la prise d'une voûte; ils établissaient quelquefois deux bassins successifs, l'un d'arrivée et d'épuration, le second de départ. On trouve parfois, comme pour les sources minérales, l'enchambrement complété, entre les murs de retenue et les bassins, par des semelles de béton. Ils firent à peu près exclusivement usage, pour la conduite des eaux, de galeries couvertes et visitables (*canalis*).

TRACÉ DES CONDUITES.

Pour faciliter la construction et maintenir aux eaux leur fraîcheur, ils tinrent généralement en déblai le tracé de leurs conduites. Dans les premiers temps, ils ménageaient fort peu les pentes, et Vitruve indiquait même pour les aqueducs une pente de 0,5 pour cent, soit de 5 mètres par kilomètre. On descendit toutefois beaucoup au-dessous de cette limite, car nous trouvons par kilomètre à Lyon 1^{m},674, à Vienne 1^{m},16, à Arcueil 1^{m},00, au Vieil-Évreux 0^{m},834, à Metz 0^{m},77, à Rodez 0^{m},50, à Antibes 0^{m},41, à Nîmes en moyenne 0^{m},342, avec 0^{m},07 pour

Digitized by Google

minimum. A Rome cependant, même lorsqu'on voulut ménager la pente et conserver à l'arrivée une grande hauteur, tout en descendant bien au-dessous de la règle de Vitruve, on admit encore des pentes très-fortes, de $1^m,542$ et $2^m,278$ aux aqueducs Marcia et Virgo, de $3^m,00$ à l'aqueduc de l'Anio neuf, pour assurer à ces conduites des débits énormes et des vitesses considérables, comme si l'on eût toujours craint de manquer d'une quantité d'eau suffisante, ou de la voir s'échauffer ou se congeler par un séjour trop prolongé dans les conduites.

Les nivellements étaient quelquefois très-bien faits, et la pente très-suffisamment régulière; d'autres fois, elle présentait des inégalités assez inexplicables : ainsi, pour l'aqueduc de Metz, avec une section qui varie très-peu, on voit les pentes varier de $0^m,77$ à $3^m,47$ par kilomètre.

En plan, les conduites tournaient ou perçaient les montagnes et les contreforts; dans les terrains plus réguliers, on procédait par grands alignements, sans chercher beaucoup à épouser le sol et à obtenir des profondeurs de déblai constantes, et, fréquemment, on abandonnait tout à coup ces alignements, pour se rejeter de côté, sans motif bien plausible. Parfois cependant, pour économiser les tunnels et les ponts, on sut fort bien, comme à l'aqueduc de Nîmes, suivre exactement les lignes de niveau du terrain au milieu des ravins et des contreforts d'un sol très-tourmenté.

Les Romains évitaient bien, d'après le précepte de Vitruve, les angles trop vifs; mais les raccordements se faisaient sur des angles plus ou moins obtus, sans amortissement par des courbes.

Pour la traversée des vallées, surtout aux environs de Rome, ils abusèrent, comme plus monumentales et plus dignes des abords de leur capitale, des constructions sur arcades, élevées parfois à des hauteurs très-considérables. On trouve ainsi, dans la Campagne romaine, 49 kilomètres d'arcades, presque un huitième de la longueur totale, construites en grande partie pour une satisfaction d'amour-propre, car Vitruve enseignait, avant notre ère, le moyen de traverser les vallées par des siphons, beaucoup plus économiques, et ne donnait pas alors cette solution comme toute nouvelle. Ce procédé ne rencontra pas beaucoup de faveur en Italie, soit qu'en l'état primitif de la métal-

Digitized by Google

lurgie on ne sût pas toujours construire des tuyaux assez résistants pour de forts débits et de grandes pressions, soit que la construction ne se présentât pas avec autant de grandeur. Il faut aller dans les provinces pour en trouver de fort grandes et de très-sages applications.

Quelquefois, ils rassemblèrent sur les mêmes arcades les conduites de deux et même de trois eaux différentes, comme les eaux Anio neuf et Claudia, Julia, Tépula et Marcia (pl. X), en les superposant, sans jamais les mélanger, voulant garder à chacune sa nature et sa destination spéciales. Mais on ne prit pas toujours le soin d'une économie pareille, et l'on trouve, à Poitiers par exemple, des lignes de 5 et même 600 mètres d'arcades parallèles, à une très-faible distance les unes des autres. Ce ne fut que dans les provinces excentriques, comme l'Afrique, ou sous les derniers empereurs, qu'on put voir les sources amenées par deux aqueducs se réunir et mélanger leurs eaux dans un tronçon commun.

Ils ne reculèrent pas devant le percement de très-longs tunnels, de près de 5 000 mètres, comme à Antibes, pour aller chercher les sources, pour éviter de longs développements de conduites ou un passage difficile, ou bien encore pour conserver de grandes pentes.

ACQUISITION DES TERRAINS.

L'acquisition des terrains ne fut pas facile, surtout aux environs de Rome, sur un sol protégé par le *droit quirite*, qui ne savait pas sacrifier l'intérêt particulier à l'intérêt général. Sous la République, l'administration n'était pas armée du droit d'expropriation ou de retrait pour cause d'utilité publique; toutes les acquisitions durent se faire à l'amiable. Il semble que la pression de l'opinion publique ait alors suffi à prévenir des refus absolus de passage pour des œuvres si populaires. On sait seulement que l'administration achetait les champs entiers des récalcitrants et revendait les excédants.

Toutefois, avec l'accroissement du réseau des aqueducs, les difficultés durent surgir; on supportait moins facilement

Digitized by Google

ces servitudes, sans compensation, que celles du passage d'une route, qui donnait aux propriétés un accès et une communication faciles, avantages fort enviés. On voit alors, en — 13, le sénat rendre une loi réglant le droit de passage et d'occupation des terrains pour la construction et la réparation des aqueducs. Il fallut certainement un intérêt bien supérieur, presque sacré, pour autoriser une dérogation pareille aux principes du droit romain. Cette loi permettait de prendre, pour le service des aqueducs, la terre, la glaise, les briques, les bois, les pierres, le sable, dans le terrain des particuliers, après estimation par des arbitres nommés par le préteur. Elle conférait aux agents et ouvriers le droit de passage, sauf indemnité, mais sans opposition possible. Pour la construction des aqueducs, des bassins, etc., on pouvait exproprier jusqu'à 15 pieds (4m,44) de chaque côté de l'ouvrage, avec défense de rien planter ni construire dans cette zone, sous peine d'une amende de 10 000 sesterces (2 700 francs). La loi concéda même ce droit aux particuliers; ce fut la *servitus aquæductuum*, qui autorisait à faire des aqueducs privés sur les terres d'autrui, sous la seule réserve d'une juste indemnité.

Dans les provinces, le sol appartenant à l'empereur et étant laissé en usufruit aux occupants, les formalités de retrait ou de reprise durent être bien simplifiées et assez sommaires. Quand elles ne pouvaient traiter directement, les villes devaient se faire rétrocéder les terrains nécessaires par l'empereur ou le gouverneur, son représentant, qui les réclamait en vertu de son droit de possession éminent.

CONDUITES LIBRES.

Les conduites libres furent toujours canalisées et recouvertes, à de très-rares exceptions près.

SECTIONS ET PENTES; VITESSES.

Aucune règle empirique ne semble avoir présidé à la combinaison des sections et des pentes pour obtenir un écoulement

Digitized by Google

régulier et uniforme; on trouve en effet sur l'aqueduc de Metz la même section avec des pentes qui varient de $0^m,77$ à $3^m,47$ par kilomètre. A Nîmes, la section reste constante, avec des pentes variant de $0^m,07$ à $0^m,45$, et même $0^m,67$, par kilomètre. A Rome, avec les mêmes pentes et des largeurs presque égales, les aqueducs Marcia, Tépula et Julia eurent à débiter respectivement 185 000, 67 000 et 24 500 mètres cubes.

La tranche d'eau s'élevait plus ou moins pour compenser les différences de pente ou de débit.

Les Romains firent en somme des *ruisseaux* couverts, débitant un peu au hasard la quantité d'eau qu'ils recevaient, et coûtant, comme nous le verrons, à peu près le même prix kilométrique pour des débits très-différents; en vue de se réserver le moyen de circuler dans ces galeries et de les nettoyer, ils leur donnèrent très-rarement moins de $0^m,63$ de largeur et de $1^m,62$ de hauteur, et très-exceptionnellement $0^m,54$ de largeur et $1^m,33$ de hauteur seulement; quand ils descendirent au-dessous pour de très-faibles débits, comme à Arcueil, ils établirent parfois la rigole en cuvette dans une galerie plus large (pl. X, fig. 3). Pour dériver de très-grands volumes d'eau, ils élargirent la cuvette à $0^m,75$ ou $0^m,80$, à $1^m,00$, à $1^m,22$ et $1^m,29$, et quelquefois même à $1^m,50$, mais très-rarement (pl. X).

Quant à la pente, ils semblent s'être laissé guider par les circonstances locales. Ils se doutèrent bien certainement de l'effet des grandes pentes et des grandes sections sur le résultat définitif; mais, faute d'une expression mathématique, ils ne surent pas combiner ces éléments entre eux pour obtenir un débit normal en réalisant la plus grande économie de construction, et en se réservant la plus grande hauteur d'arrivée possible, ou bien pour profiter des unes en économisant les autres. Cette confusion dans les idées et les données scientifiques ressort de la comparaison des éléments suivants que nous possédons sur quelques aqueducs anciens :

Digitized by Google

Aqueducs.	Débit journalier.	Cuvette. Largeur.	Cuvette. Hauteur.	Pente moyenne par kilomètre.	Observations.
Anio vieux	246 000$^{m^3}$	»	»	2^m,73 2 02	
Julia	67 000	0^m,74	1^m,78	1 543	
Tepula	24 500	0 74	1 55	1 543	Volumes d'eau transportés d'après les jaugeages antiques.
Marcia	185 000	0 74	1 67	2 280 1 543	
Virgo	140 000	»	»	2 278 1 520	
Anio neuf	263 000	»	»	3 008	
Veronia	»	0 82	1 72	»	
Alexandrina	»	0 79	1 35	»	
Nîmes	46 000	1 22	1 67	0 342	De 0^m,07 à 0^m,67.
Lyon (Pilat)	45 000	0 66	1 65	1 670	Avec conduite forcée.
Metz	52 000	1 04	2 00	1 003	De 0^m,77 à 3^m,47.
Antibes	2 800	0 66	1 33	0 410	
Mans	»	0 595	0 49	»	
Arcueil	2 300	0 30	0 30	1 000	Galerie de 1^m de larg.
Vieil-Evreux	»	0 64	»	0 834	
Lillebonne	»	0 54	1 30	»	
Arles	»	0 97	1 50	»	

Les canaux avaient donc généralement de 2 à 4 pieds de largeur, et une hauteur sous clef de 4,5 à 5,5 et 6 pieds. Avec ces dimensions relativement faibles, seules acceptables pour des galeries solidement maçonnées et voûtées de 80 à 90 kilomètres de parcours, en adoptant des pentes considérables, à peu près inconnues de nos jours, ils purent transporter des volumes énormes; nous saurions toutefois obtenir le même succès, en ménageant singulièrement les hauteurs, par une meilleure étude de la forme de la conduite, par des pentes plus régulières et des sections mieux proportionnées. Les pentes variaient souvent dans des limites très-étendues sur le cours d'un même aqueduc : on a pu s'expliquer parfois ces différences, autrement que par une erreur ou un caprice, par des obstacles provenant du terrain, ou bien par des contingents d'eaux supplémentaires reçues en chemin ; on observe encore fréquemment des augmentations de pente dans les parties peu abordables, comme les tunnels : la grande vitesse obtenue empêchait les dépôts de se former et diminuait les curages dans ces passages difficiles.

Digitized by Google

On remarque assez généralement une variation régulière et normale dans la pente des aqueducs aux environs de Rome : la pente, en allant de la source aux piscines épuratoires, est ordinairement plus forte qu'entre ces piscines et les réservoirs de distribution, où l'on a moins à craindre les dépôts dans les cuvettes ; c'est ce que nous avons à signaler pour les aqueducs Anio vieux, Marcia et Virgo, par exemple.

Au passage des grands ponts-aqueducs, on modifiait encore souvent la pente; on l'augmentait généralement, quand elle n'était pas déjà très-forte, comme à Metz, pour obtenir de plus grandes vitesses et empêcher les eaux de s'échauffer ou de se refroidir dans ces parties plus accessibles aux variations de température.

Pour les nivellements, on employait, comme nous l'avons dit, le *chorobate* et la *libra aquarum*, qui donnait son nom aux niveleurs, *libratores*. Ces nivellements eurent parfois une précision très-grande, comme à Arcueil; d'autres fois, ils étaient fort irréguliers, comme à Poitiers ou à Nîmes.

Dans des cas très-rares et pour de très-faibles débits, on n'établissait que des rigoles de $0^m,25$ à $0^m,35$ de largeur par $0^m,50$ à $0^m,60$ de profondeur; ces rigoles étaient néanmoins souvent couvertes par des dalles amovibles, comme à Vaison, si on ne les enfermait pas dans des galeries permettant la circulation, comme à Arcueil (pl. X).

Nous ne sommes pas toujours exactement fixés sur les volumes que les aqueducs romains eurent à débiter. Frontin nous a transmis ces renseignements pour Rome ; dans les provinces, on réussit quelquefois à les retrouver en observant la hauteur du périmètre mouillé marqué par les incrustations, et en calculant les vitesses, connaissant la pente de la conduite ; ailleurs, on a procédé expérimentalement en refaisant le jaugeage des sources autrefois dérivées. Les plus grands écarts de débit se rencontrent à Rome, où l'on trouve à côté d'une dépense par seconde de $0^{m^3},30$ (Julia) les volumes de $2^{m^3},10$ (Marcia) et $3^{m^3},00$ (Anio neuf); comme la section mouillée dépassait rarement $1^{m^2},25$ à $1^{m^2},50$, la vitesse pouvait donc s'élever, sur certains points, jusqu'à 2 mètres, et même plus, par seconde, ce qui ne devait pas être sans inconvénient pour la bonne tenue des enduits, quelque

Digitized by Google

soignés qu'ils fussent. Dans les provinces, le débit se maintenait plus généralement entre les limites de $0^{m^3},50$ à $0^{m^3},70$, obtenues avec des vitesses inférieures à 1 mètre par seconde.

CONSTRUCTION DES GALERIES.

Dans le cas le plus général de canaux ayant de $0^m,60$ à $0^m,75$ de largeur intérieurement, on procédait à leur construction comme il suit : on ouvrait dans le sol une tranchée de 3 mètres à $3^m,30$ de profondeur et de $1^m,65$ à $1^m,80$ de largeur; on établissait au fond un radier bétonné ou maçonné d'environ $0^m,30$ (1 pied) d'épaisseur, sur lequel on montait, à $0^m,59$ ou $0^m,74$ d'écartement (2 pieds ou 2 p. 1/2), deux pieds-droits de $0^m,45$ à $0^m,59$ d'épaisseur (1 pied 1/2 à 2 pieds), et de $1^m,20$ à $1^m,50$ (4 à 5 pieds) de hauteur (pl. X); une voûte, en général de $0^m,30$ (1 pied) d'épaisseur, recouvrait la cuvette; on remblayait l'extrados jusqu'à $0^m,60$ (2 pieds) au-dessus de la clef.

Ces maçonneries étaient faites en petits moellons de moins de $0^m,15$ à leur plus grande dimension, montés à grand bain de mortier. Ce mortier était fait avec du sable graveleux, point trop fin et soigneusement corroyé.

ENDUITS.

Intérieurement, le radier était recouvert d'un enduit de ciment de 3 à 6 pouces ($0^m,08$ à $0^m,16$) d'épaisseur, et les pieds-droits d'une couche bien dure et bien lissée de $0^m,04$, avec les angles raccordés par de grands solins ou congés.

Le ciment pour enduit était fait assez souvent de chaux grasse, de sable fin et de briques pilées ou concassées. Sur le radier, on l'appliquait en deux couches au plus : celle du fond présentait des grains de briques assez gros, celle de la surface se composait d'éléments plus fins et bien dosés, car la couleur rougeâtre est parfaitement uniforme.

Pour les revêtements intérieurs des bassins, des citernes

Digitized by Google

ou des cuvettes sur les ponts et les arcades, on employait jusqu'à trois couches :

1° Une chape en béton de ciment à grains grossiers, de 0m,07 à 0m,08 d'épaisseur ;

2° Un enduit de chaux et de tuileau un peu plus finement concassé, de 0m,03 d'épaisseur ;

3° Une couche de chaux et de tuileau en poudre.

Chaque couche était successivement bien battue et bien serrée, puis soigneusement lissée, surtout dans le périmètre mouillé. Quelquefois, pour rendre la surface plus imperméable, on passait encore à la surface une couche de marc d'huiles ou d'huile de lin bouillante (ce que l'on appelait *bituminare cum oleo*), ou bien une composition appelée *maltha* par Pline, et formée de chaux éteinte dans du vin et malaxée avec de l'huile, du saindoux, de la poix, de la cire et des figues (?) (1).

On a trouvé au Mans des canaux entièrement faits, radier, pieds-droits et voûte, en béton de chaux, de sable, de cailloux et de pierres cassées ; les murs avaient 0m,30 d'épaisseur.

COUVERTURE DES CONDUITES.

Souvent, quand la largeur intérieure était réduite à 0m,50, l'aqueduc était dallé sans rejointoiement, au lieu d'être voûté, comme au Mans, à Bayeux. On a même trouvé des couvertures plates exécutées en terre cuite, de 0m,75 de côté et de 0m,075 d'épaisseur, à Fréjus, ou faites de grands claveaux cintrés en briques de 0m,34 de largeur, comme à Antibes.

On ne s'astreignait pas toujours à faire ces revêtements maçonnés : quand le terrain était bien imperméable et se tenait bien, on creusait la tranchée, et l'on soutenait les parois et le remblai par des pieds-droits et une voûte à deux ou trois rou-

(1) Vitruve recommande de ne pas épargner l'huile pour empêcher les infiltrations; on peut penser aussi que ces enduits gras devaient faciliter l'enlèvement des incrustations calcaires que l'on trouve parfois si abondantes dans les anciens aqueducs.

Digitized by Google

leaux en pierres sèches. On ne maçonnait que dans les sols perméables. Vitruve disait à ce sujet : « *Si tophus erit aut saxum,* « *in suo sibi canalis excidetur; sin autem terrenum aut* « *arenosum erit solum, parietes cum camerâ in specu* « *struentur.* »

PUITS ET REGARDS.

Pour visiter et nettoyer ces aqueducs, on ménageait, à des distances de 60 à 80 mètres les uns des autres, des regards carrés (*putei*) ou cheminées, de 2 pieds de côté, fermés par des trappes en fer; on faisait de véritables puits pour descendre dans les parties en tunnel ou plus enfoncées en tranchées; on retrouve quelques-uns de ces puits sur les aqueducs de Lyon et d'Antibes, ayant jusqu'à 18 mètres de profondeur (pl. X, fig. 1-4).

PASSAGE DE DÉBLAI EN REMBLAI.

Quand l'aqueduc passait de déblai en remblai, on donnait aux pieds-droits une épaisseur de $0^m,60$ à $0^m,70$; le parement extérieur apparent se faisait en petit appareil ou en réticulé, généralement sans chaînes ni assises de briques. La couverture offrait à l'extrados un certain bombement pour assurer l'écoulement des eaux, sans empêcher la circulation de plain-pied.

Avant d'établir des arcades dans les traversées de vallées ou de ravins, on maintenait généralement l'aqueduc sur un massif plein jusqu'à 2 mètres ou $2^m,50$ au-dessus du sol (pl. X, fig. 4); au-delà, on faisait des arcs en maçonnerie, avec leurs naissances au ras du sol (pl. X, fig. 5), puis enfin on montait l'aqueduc sur des arcs et des piles, si l'on ne recourait pas à une conduite forcée en siphon suivant les flancs de la vallée.

Dans certains cas exceptionnels, comme sur certains points de l'aqueduc d'Arcueil, la rigole était ménagée dans un prisme de béton de chaux, de sable blanc, de silex et de débris de meulière, de $1^m,20$ d'épaisseur, porté sur un mur ou massif continu.

Digitized by Google

PONTS ET ARCADES.

Les Romains multiplièrent à l'infini, surtout dans le voisinage de Rome et des grandes villes, les traversées sur arcades, qu'ils exécutèrent comme en se jouant de tous les obstacles. Ils savaient cependant fort bien éviter ces dépenses, quand ils le voulaient, en contournant leurs aqueducs pour épouser exactement le sol et les ravins et réduire les passages de thalwegs à de très-petits ponts.

Une des principales difficultés de leur construction tenait à la faible largeur entre les têtes de leurs cuvettes. En se bornant à donner la largeur strictement nécessaire, ils étaient exposés à voir ces constructions hautes et minces se déverser et *flamber*. Ils surent habilement conjurer ce danger en étayant de chaque côté leurs arcades, rarement par des contreforts, le plus souvent par de judicieux élargissements et de grands empatements. Les piles, de hauteurs inégales, pouvaient encore tasser irrégulièrement et entraîner des dislocations ou des fissures de la cuvette, livrant passage à des infiltrations particulièrement dangereuses. Ils surent à propos diviser la hauteur en plusieurs étages, pour solidariser les divers tronçons et répartir mieux les pressions entre eux. Ils donnèrent une faible ouverture aux arcades et une grande épaisseur aux piles, surtout à celles qui portaient directement la cuvette, et, en exagérant systématiquement la solidité de la construction, ils n'éprouvèrent aucun mécompte.

OUVERTURES DES ARCADES.

Nous trouvons, en résumé, pour un certain nombre d'aqueducs romains, les données suivantes :

Digitized by Google

Aqueducs.	Hauteur.	Ouverture.	Piles. Epaisseur.	Piles. Largeur.	Epaisseur à la clef.	Rapports de la pile à l'ouverture.	Rapports de la clef à l'ouverture.	Largeur entre les têtes.	Rapports du vide au plein.	Rapports du vide à la surface totale.
Rome. Marcia	9m,20	4m,72	2m,65	1m,47	0m,75	0 561	0 156	1m,47	0 675	0 404
Rome. Claudia	19 65	5 94	4 43	3 27	0 80	0 730	0 133	3 00	0 50	0 333
Rome. Néronia	21 50	7 02	2 36	2 06	0 90	0 332	0 127	2 00	0 93	0 481
Rome. Alexandrina	17 00	3 55	2 56	2 36	1 10	0 719	0 280	2 20	0 59	0 368
Rome. —	7 00	3 15	2 10	2 10	0 55	0 677	0 175	2 00	0 46	0 316
Lyon	13 00	5 20	2 50	2 50	0 65	0 480	0 125	1 90	1 01	0 502
—	17 35	5 85	3 00	4 65	0 65	0 510	0 111	1 90	1 39	0 579
Nîmes	20 50	24 52	4 80	6 36 / 4 50	1 60	0 200	0 065	6 36	0 88	0 480
—	19 50	15 50	4 36	6 36 / 4 50	1 55	0 280	0 100	4 56		
—	7 40	4 80	2 20	3 06	0 60	0 458	0 120	3 06		
Metz	32 50	5 50	4 30	3 95	0 75	0 780	0 136	3 58	0 87	0 465
Ségovie	28 50	5 04	1 83	2 50	0 85	0 360	0 170	2 50	1 49	0 596
Arles	10 00	4 50	2 80	2 20	0 45	0 620	0 100	2 20	0 41	0 292
Moyennes						0 515	0 138		0 837	0 438

Les diamètres des ouvertures restaient ainsi dans des limites assez restreintes, variant de 3m,10 à 7m,08, sauf pour les arches du Pont-du-Gard : la moyenne ne s'écartait pas de 5 mètres de diamètre. Le rapport de l'épaisseur des piles à l'ouverture variait dans des limites plus étendues, de 0,33 à 0,78; le plus souvent, cependant, il restait compris entre 0,48 et 0,69, donnant comme moyenne 0,515. Pour les ponts, nous obtenions une valeur sensiblement plus faible, 0,320, ce qui accuse un sentiment exact de l'excès de solidité nécessaire à ces nouveaux ouvrages.

PILES.

Les piles des aqueducs formaient encore culées, tout comme celles des ponts. Il est facile de le vérifier pour trois aqueducs, Néronia, de Nîmes et de Ségovie, dont les arcs pouvaient exercer les plus grands efforts de renversement sur les piles. En leur appliquant la formule de M. Léveillé, on trouve que :

Pour le grand arc de 24m,50 du Pont-du-Gard, l'épaisseur théorique nécessaire étant de 5m,25, l'épaisseur de la pile est

Digitized by Google

de $4^m,80$; il y a une légère insuffisance d'épaisseur; mais, pour l'arche de $19^m,50$, l'épaisseur de la pile est de $4^m,56$, quand théoriquement $4^m,18$ seulement serait nécessaire.

A l'aqueduc de Ségovie, l'épaisseur théorique est de $1^m,82$ pour une épaisseur réelle de $1^m,83$.

A l'aqueduc Néronia, la formule donne $2^m,30$ d'épaisseur, quand la pile en présente $2^m,36$.

Dans les autres, cette condition est encore plus largement remplie; aussi les arches sont-elles restées debout dans la campagne, après la rupture ou le renversement d'un certain nombre de leurs voisines.

Pour éviter les tassements aux joints, les piles furent assez fréquemment montées en grand appareil, sans ciment. Dans ce cas, pour des hauteurs moyennes, la stabilité était assez grande pour qu'on pût monter les faces d'aplomb, sans aucun fruit latéral. Pour les très-grands ouvrages, on éleva encore la construction verticalement par étage, mais en élargissant les étages inférieurs, pour donner transversalement du pied à l'ouvrage (pl. XI, fig. 2).

Les piles en petit ou en moyen appareil reçurent généralement des empatements quand la hauteur approcha de 15 mètres. Comme nous l'avons fait remarquer, les Romains abandonnèrent difficilement la verticale dans leurs constructions; on ne trouve guère, pour la consolidation latérale des grandes arcades, des contreforts ou éperons obliques qu'aux aqueducs de Fréjus ou d'Afrique (pl. XI, fig. 15-16-17). Ils procédaient bien plus volontiers par des empatements en retraites successives (pl. XI, fig. 3-4), ou dans le sens transversal seulement, comme aux aqueducs de Lyon (pl. X, fig. 14-15), ou dans tous les sens, comme à Metz (pl. XI, fig. 3-4); parfois ils donnaient un empatement général à toute la pile, et les naissances des arcs étaient établies en retraite sur le couronnement de la pile, comme à l'aqueduc Claudia, où les arcs avaient $6^m,24$ d'ouverture sur des piles espacées de $5^m,94$ seulement (pl. X, fig. 10).

Les piles avaient assez souvent une section carrée; elles portent encore souvent les corbeaux saillants en pierre, qui ont servi à soutenir les cintres et restent intercalés au milieu d'une face en briques ou en petits matériaux (pl. X, fig. 18).

Digitized by Google

VOÛTES.

On donna également aux voûtes un grand excès de résistance ; le tableau précédent fait ressortir, pour le rapport des épaisseurs aux ouvertures, une moyenne de 0,138, quand cette valeur était de 0,086 pour les ponts, et de 0,116 pour les constructions civiles ou monumentales.

Les arcs furent construits en grand ou en moyen appareil, en pierre ou en briques ; on maria quelquefois ensemble, pour obtenir un effet décoratif, des pierres de nuances différentes, comme à l'aqueduc Marcia (pl. X, fig. 9). On employa, pour les grandes épaisseurs, jusqu'à deux et trois rouleaux de briques ou de pierre (pl. X, fig. 18; pl. XI, fig. 3). Les voûtes en grand appareil étaient construites, comme au Pont-du-Gard, par anneaux parallèles indépendants (pl. XI, fig. 1-2).

Les voûtes étaient généralement extradossées parallèlement et ne comportaient pas d'archivoltes moulurées ; elles étaient parfois simplement ornées d'une clef saillante à l'extrados ; les socles, les soubassements, les bandeaux, les cordons étaient seulement d'ordinaire bien accusés, pour marquer les divisions de l'édifice et donner une apparence de force à l'ensemble de la construction, mais en conservant un caractère de simplicité beaucoup plus grande que dans les autres ouvrages.

CUVETTES.

Le canal sur les arcades était recouvert par des voûtes ou des dalles jointives, avec extrados bombé ou à deux pentes, pour l'écoulement des eaux ; il était nettement accusé par deux cordons ; il figurait ainsi un attique surmontant et couronnant la construction. Dans la couverture, des regards de visite, de $0^m,60$ à $1^m,00$ de côté, étaient ménagés de distance en distance.

Les canaux sur les arcades présentaient, suivant les aqueducs, des largeurs variables de $0^m,65$ à $1^m,25$, et des hauteurs

Digitized by Google

sous clef de $1^m,35$ à $1^m,66$, et même de $2^m,00$ (pl. X et XI); quelquefois, comme pour les aqueducs de Metz et d'Arles (pl. XI, fig. 4), sur les ponts et les arcades, le canal était doublé, séparé en deux parties par une murette de $0^m,50$ d'épaisseur; le second canal fonctionnait en cas de réparation à faire au premier, ou servait à la circulation pour surveiller l'autre.

Les murs latéraux avaient de 2 à 3 pieds ($0^m,60$ à $0^m,90$) d'épaisseur; ils étaient moins épais, quand la couverture était dallée.

Les incrustations laissées marquent la hauteur de l'eau dans les anciens aqueducs; elle était quelquefois de $0^m,30$ à $0^m,35$; elle s'élevait ordinairement à $0^m,60$ ou $0^m,70$ et ne dépassait pas $1^m,00$.

On remarque parfois latéralement, dans l'aqueduc Appia (pl. X, fig. 17) par exemple, deux rebords en demi-banquettes, assez peu saillants, qui semblent ménagés pour faciliter la circulation au-dessus du niveau de l'eau; ailleurs, l'enduit du périmètre mouillé formait une double plinthe longitudinale très-saillante, sur laquelle on pouvait sans doute appuyer des traverses ou un petit plancher pour la circulation ou les réparations (pl. X, fig. 8).

RAPPORT DU VIDE AU PLEIN.

Si nous cherchons, comme nous l'avons fait pour les ouvrages similaires, les *rapports du vide au plein* et *du vide à la surface totale* dans les aqueducs, nous trouvons, comme nous devions nous y attendre, une valeur moyenne de 0,837 pour le premier, et de 0,438 pour le second rapport; nous obtenions précédemment, dans les ponts romains, 1,426 et 0,587 pour les valeurs correspondantes. Ainsi, le vide n'est plus que les 0,44 de la surface totale, quand dans les ponts il atteignait près de 0,60. De même que, par une meilleure analyse et des dispositions mieux entendues, nos ponts modernes sont parvenus à réaliser sur les ponts anciens un très-grand progrès au point de vue de la légèreté et de l'économie, nous trouverons, pour les aqueducs modernes, des résultats parallèles; nous constate-

Digitized by Google

rons aussi que les rapports du vide au plein, dans les aqueducs modernes, restent toujours, comme chez les Anciens, inférieurs aux valeurs correspondantes calculées pour les ponts.

On a remarqué, sur un grand nombre de points, que les lignes d'arcades faisaient en plan des angles brusques, qui n'ajoutent pas à l'harmonie de l'ensemble, et dont l'opportunité n'apparaît pas fort évidente; on a avancé, pour rendre compte de cette bizarrerie, que ces angles et ces coudes étaient destinés à diminuer la vitesse de l'eau, très-grande à cause de la pente très-considérable des canaux : ce ne doit pas être la raison véritable de ces errements, car on les rencontre aussi bien dans des aqueducs à faible vitesse, et, pour obtenir un résultat bien efficace, il eût fallu augmenter sensiblement les angles de déviation; il eût été plus sûr et plus gracieux d'amortir la vitesse par des chutes et des ressauts, plutôt que par ces déviations qui enlèvent en perspective le jour et toute apparence de légèreté aux arcades. La pente de $0^m,005$ par mètre, indiquée par Vitruve, devait donner, avec des *parois unies*, pour une section mouillée de $1^m,00$ de hauteur et de $0^m,80$ de largeur, d'après la formule de M. Bazin, une vitesse de $2^m,50$, qui ne devait pas manquer de fatiguer et de dégrader à la longue les enduits même bien faits; mais l'expérience enseigna bientôt à diminuer la pente pour diminuer la vitesse, et nous avons vu qu'on descendit en pratique à des déclivités notablement inférieures à ce maximum de $0^m,005$.

PONTS-AQUEDUCS DE ROME.

Le plus souvent, on aurait pu éviter ces coûteuses constructions de 15, 20 et 30 mètres de hauteur, soit en allant passer les vallées plus haut, soit en employant des conduites forcées, comme on sut fort bien le faire en province; là, malgré la faible résistance des tuyaux que l'on savait alors construire, on parvint, avec des artifices fort ingénieux, à racheter par des siphons des différences de niveau de 60 et 80 mètres; mais cette solution avait un mérite trop modeste, et les Romains donnèrent toujours autour d'eux la préférence aux solutions

Digitized by Google

plus coûteuses, lorsqu'elles devaient être plus étonnantes. Au temps de Frontin, les ponts-aqueducs avaient, comme nous le verrons, un très-grand développement : ils offraient déjà une longueur de 49 kilomètres, sur un ensemble de 428 kilomètres d'aqueducs. Après Frontin, on en ajouta encore beaucoup d'autres qui n'eurent malheureusement pas leur historien, et dont on retrouve des restes épars dans la Campagne romaine.

Pour les arcades, les aqueducs de Rome furent cependant fréquemment surpassés, comme grandeur et comme style, par les ouvrages de province. Généralement, à cause du prix élevé des matériaux aux environs de Rome, on les construisit en assez médiocre appareil, ou même en briques ; les impostes, les cordons, les archivoltes étaient soigneusement marqués, mais sans luxe; on semble avoir recherché simplement une grande apparence de force, qui, ajoutée à de majestueux développements, dut constituer là toute la grandeur ; on voulut avant tout qu'ils eussent bien l'air construits pour une ville éternelle.

L'aqueduc Marcia (pl. X, fig. 9) eut plus de prétention architecturale : il était exécuté avec des pierres de trois nuances, rougeâtres, brunes et jaunâtres, qui, rassemblées sur certains points, décoraient assez heureusement cette construction aux lignes très-sévères.

Les aqueducs Julia, Tépula et Marcia (pl. X, fig. 16) se rejoignaient sans se mélanger, et suivaient les mêmes lignes d'arcades, en superposant leurs cuvettes; elles passaient sur des portes monumentales.

L'aqueduc Claudia (pl. X, fig. 10) était d'assez belle pierre de taille; il se superposait à l'Anio neuf en arrivant à Rome, et passait avec lui sur la Porte Majeure. Il présentait en certains points des arcades de 20 mètres de hauteur, sur un seul étage.

L'aqueduc Néronia (pl. X, fig. 11) était un des plus élégants et des plus hardis; construit en briques, il élevait ses arcades jusqu'à $21^{m},50$ d'un seul étage.

C'est exceptionnellement qu'on dut, à Rome, élever des arcades à deux étages, et encore, par exemple, à l'aqueduc Alexandrina (pl. X, fig. 18), n'était-ce pas absolument indispensable, puisqu'on ne dépassait guère 17 mètres de plus grande

Digitized by Google

hauteur; on crut sans doute cette précaution nécessaire à cause des petits matériaux qui constituaient l'ouvrage ; avec ses voûtes à deux rouleaux, il est d'apparence peut-être un peu lourde ; il présente néanmoins un cachet d'élégance sobre qui est encore du bon siècle.

PONTS-AQUEDUCS DES PROVINCES.

Les ponts-aqueducs de Rome nous frappent tous par la régularité sévère de leur construction, par leur imposant développement; mais, placés sur un terrain qui n'offrait pas de difficultés extraordinaires, ils ne présentent pas d'exemples de ces véritables tours de force qu'il faut aller chercher dans les provinces : là, les conditions d'établissement n'étaient pas toujours aussi classiques, les obstacles étaient souvent plus grands, en même temps que les ressources locales étaient plus limitées et les économies plus nécessaires ; c'est là qu'il faut aller étudier et surprendre, au milieu des solutions les plus diverses et les plus neuves, la hardiesse et la fécondité ingénieuse des constructeurs romains. Les spécimens les plus remarquables qu'ils aient laissés de leur habileté, se trouvent au Pont-du-Gard, aux aqueducs de Cahors, de Metz, de Lyon, de Ségovie, de Mérida, de Tarragone, de Constantinople, de Beirouth, de Cherchell et de Carthage. Ils se trouvèrent là en présence de constructions à élever à 28, 33, 48 et même 80 et 100 mètres de hauteur.

Dans les premiers cas, les Romains résolurent le problème en superposant plusieurs étages ; en principe, ils ne semblent pas avoir admis des hauteurs d'étage de plus de 20 mètres ; ils n'ont dépassé cette limite qu'à l'aqueduc Néronia, élevé à $21^{m},50$, avec des piles très-légères, en briques, type d'une construction fort hardie, qui ne fut pas souvent imité. Les Visigoths de Théodoric seront plus audacieux : ils feront l'aqueduc de Spolète de 133 mètres de hauteur, avec deux étages seulement, en donnant 113 mètres à l'étage inférieur; nous nous tenons plus prudemment, pour un seul étage

Digitized by Google

d'aqueduc ou de viaduc, au maximum de 38 mètres, comme à Roquefavour, de 39m,50, comme à Comelle, ou de 41m,50, comme à Lockwood.

Avec un grand sentiment de l'art, ils multiplièrent parfois les étages pour prêter à l'illusion et faire apparaître les ouvrages plus élevés; ils observèrent de justes proportions entre eux pour donner une grande liaison et imprimer à l'ensemble une grande figure architecturale. Pour son importance, comme pour son cachet artistique, l'œuvre la plus belle et la plus complète qu'ils aient produite dans ce genre est assurément le Pont-du-Gard (pl. XI, fig. 1), dont la hauteur est coupée par des lignes savamment calculées; les arcs n'ont pas la même ouverture; c'est une habitude que nous retrouvons fréquemment chez les Romains; elle prête souvent aux constructions une grâce de plus : dans le Pont-du-Gard, cette variété dans les arcades latérales, qui forment comme les ailes de la grande arche centrale, présente un ensemble beaucoup plus satisfaisant à l'œil que l'espacement régulier, mais monotone, des ouvertures dans un ouvrage fort beau, très-imposant, plus hardi sans doute, dans notre pont moderne de Roquefavour; l'œil se perd dans le vague de ces lignes trop régulières, qu'il déteste; il préfère de beaucoup la variété, un certain désordre relatif; n'est-ce pas pour donner satisfaction à cette même exigence, pour rompre l'uniformité fatigante, qu'on a dû créer ailleurs des avant-corps, des ailes, des frontons sur les façades, sans lesquels celles-ci ne paraîtraient que froides et insupportables?

Les aqueducs de Ségovie, de Tarragone, de Valens à Constantinople, de Carthage, de Lamas, eurent deux étages; ceux de Nîmes, de Cahors, de Mérida, de Cherchell, de Beirouth, de Justinien à Constantinople en eurent trois. Ce nombre ne fut pas dépassé.

Dans les premiers, les deux étages étaient assez généralement montés sur le même aplomb (pl. XI, fig. 13-14); pour trois étages, en vue de donner plus de pied transversalement à cette haute construction, les étages, montés chacun d'aplomb, allaient en se rétrécissant de l'un à l'autre par ressaut (pl. XI, fig. 1).

Quand on a renoncé aux étages, comme à la traversée de la Moselle par l'aqueduc de Metz, on a dû recourir à des empa-

Digitized by Google

tements ou élargissements sectionnés pour donner une stabilité suffisante à ces piles très-hardies (pl. XI, fig. 3-4); elles s'élevaient alors par retraites successives de $0^m,16$ à $0^m,18$ dans tous les sens pour chaque zone de $3^m,30$ de hauteur, ce qui constituait un fruit de 5 à 6 0/0 environ, comme nous le donnons aux éperons ou contreforts obliques. On ne trouve d'exemples de ce dernier système de soutènement latéral qu'à l'aqueduc de Fréjus aux arcs Gargalon, Escoffier et Sénecquier, ou en Afrique (pl. XI, fig. 15-16-17); ces contreforts étaient montés avec la maçonnerie des piles et présentaient parfois un fruit considérable de 10 à 20 0/0. Aux aqueducs de Lyon, on avait conservé l'aplomb des parements, mais en donnant aux piles une largeur supérieure à celle des tympans entre les têtes (pl. X, fig. 14-15); on les avait prolongées même au-dessus des naissances par des contreforts verticaux destinés à soutenir encore les tympans.

Quelquefois, on a dû ajouter ces contreforts après coup; à l'aqueduc de Luynes, par exemple, on a, par une hérésie singulière, appliqué, sur la face primitivement verticale des piles, des revêtements en retraites successives, sans liaison avec elle; beaucoup de ces placages inutiles se sont décollés et sont tombés.

Les aqueducs en province, mieux placés qu'à Rome, plus près des carrières de belles pierres, furent assez fréquemment exécutés en grand appareil; grâce à la précision des joints et à la stabilité qu'elle communiquait à la construction, on a pu quelquefois, comme à Ségovie, superposer deux étages, sans fruit ni empatement latéral. A Tarragone pourtant, on a donné la forme pyramidale aux piliers de l'étage inférieur seulement, par surcroît de précaution. On a dû faire usage ailleurs, devant les exigences d'une plus stricte économie, des appareils inférieurs, du réticulé par exemple, en revêtement d'une maçonnerie de blocages. A Metz, les parements étaient en petits moellons piqués de $0^m,17$ par $0^m,08$ de face et de $0^m,38$ à $0^m,49$ de queue; à Lyon, le revêtement était en réticulé; la liaison avec le noyau central est restée parfaite : on n'a pu remarquer dans les faces aucune trace de disjonction; toutefois, le raccordement des losanges avec les angles en pierre de taille était vicieux, la liaison incomplète, et c'est généralement par là que les piles ont été attaquées.

Digitized by Google

SOUTERRAINS.

Les aqueducs présentaient à peu près partout des traversées en souterrain; un bel exemple se rencontre aux environs de Rome, à Vicovaro, près de Tivoli : le tunnel est percé dans le roc sur près de 1500 mètres, avec une section de $1^m,25$ de largeur et d'environ $1^m,60$ de hauteur. On en retrouve de plus considérables encore en province. Ils étaient muraillés ou non, suivant la consistance du terrain. Dans le roc, les galeries étaient creusées à partir d'une très-faible profondeur : comme nous l'avons fait remarquer, les faibles moyens d'attaque du temps conduisaient à réduire le travail à la section strictement nécessaire, et l'obligation de recouvrir les aqueducs devait encore faire ménager davantage la couverture naturelle de ces galeries. La section avait généralement de $1^m,00$ à $1^m,25$ de largeur et de $1^m,60$ à $2^m,00$ de hauteur sous clef (pl. X, fig. 6); le roc était taillé au pic, et les parois à peu près exactement dressées; la voûte, moins soignée, affectait plus ou moins la forme du plein cintre. On trouve quelques-unes de ces galeries dans le roc à faible profondeur, en Savoie ou dans l'Est, à Servoz près de Chamonix, au Noyer près de Chambéry, à Briord sur le Rhône, à Vieux près de Champagne (Ain), etc.

Dans la terre, les aqueducs entraient en tunnel vers 6 ou 7 mètres de profondeur; ils étaient revêtus, comme dans les roches éboulueuses, de muraillements en briques, en moellons smillés ou en pierre de taille, de $0^m,50$ à $0^m,80$ d'épaisseur; les pieds-droits ménageaient entre eux la section courante de l'aqueduc dans les autres parties. On trouve à Antibes un spécimen fort remarquable de ces ouvrages : l'aqueduc du Brot présente une galerie souterraine de $0^m,60$ de largeur, de $1^m,20$ de hauteur et de 4 940 mètres de longueur; des regards, espacés de 65 mètres, permettent de la visiter, et s'enfoncent jusqu'à 18 mètres de profondeur. Cette galerie est muraillée en briques cintrées de $0^m,50$ de longueur sur $0^m,32$ de largeur; les pieds-droits ont $0^m,50$ d'épaisseur, et la voûte $0^m,65$ à la clef; la surface est recouverte d'un enduit de $0^m,03$ d'épaisseur. On recon-

Digitized by Google

naît, aux reins de la voûte, les terres qui ont servi au regarnissage de l'extrados. La construction de cet aqueduc est attribuée à César; il a été réparé en 1777 et sert encore aujourd'hui.

On retrouve, sur le parcours d'un aqueduc de Poitiers, une galerie souterraine de 1 200 mètres de longueur avec des puits de regard maçonnés.

A l'aqueduc de Nîmes, les passages souterrains avaient $1^m,22$ de largeur, les pieds-droits $1^m,60$ de hauteur, et la voûte plein cintre en moellon smillé $0^m,60$ d'épaisseur.

L'aqueduc d'Arles avait ainsi des tunnels de $0^m,90$ de largeur et de $1^m,60$ de hauteur, revêtus ou non, suivant les cas.

Les eaux de Gorze entraient dans Metz par le beau souterrain de la citadelle, voûté en pierre de taille, et de près de $2^m,00$ de hauteur sous clef.

CONDUITES FORCÉES.

Dans l'établissement de leurs ponts-aqueducs, les Romains ne dépassèrent pas volontiers une hauteur de 50 mètres, et la construction de trois étages; ils trouvèrent cependant, sur le parcours de leurs dérivations, des vallées profondes de 70 à 100 mètres; pour ne pas se laisser entraîner à des hauteurs d'arcades gigantesques et à des frais énormes, ils appliquèrent le procédé connu déjà du temps de Vitruve, et franchirent ces vallées par des siphons ou des conduites forcées. Les plus beaux exemples s'en rencontrent sur les différents aqueducs qui alimentaient Lyon, celui du Mont-d'Or et celui du Mont-Pilat, et sur l'aqueduc de Rodez.

La plus grande difficulté résidait alors dans la confection de tuyaux capables de résister à des pressions de 6 et 8 atmosphères. On n'avait que le plomb, qu'on ne savait pas étirer sans soudure et qu'on ne produisait qu'en tables ou en feuilles. Pour faire les tuyaux, on cintrait ces feuilles, on les ramenait non pas bout à bout ou l'une sur l'autre par recouvrement, mais l'une contre l'autre, comme pour une couture surjetée, et on les

Digitized by Google

soudait en les empâtant de plomb fondu; on assemblait ensuite les tuyaux en engageant les bouts en sifflet et en recouvrant le joint d'un gros nœud de soudure (pl. XI, fig. 11-12).

Ce métal n'offrant pas une grande résistance dans les parties de conduites fort chargées, nous verrons les anciens constructeurs doubler le nombre des tuyaux en diminuant leur diamètre, pour les mettre en état de supporter sans danger des pressions plus fortes.

PONTS A SIPHON.

L'aqueduc du Mont Pilat rencontrait entre Soucieu et Chaponost la vallée profonde du Garon, qu'il n'aurait pu franchir directement sans un pont-aqueduc de 66 mètres de hauteur, à cinq étages, dont le dernier aurait eu au moins de 450 à 500 mètres de longueur. On prit le parti de descendre dans la vallée et de la passer sur une ligne d'arcades de 16 mètres de hauteur, qu'on aurait pu réduire considérablement encore sans beaucoup plus de témérité (pl. XI, fig. 7-8). On gagnait néanmoins 50 mètres de hauteur.

Plus loin, la même conduite rencontrait encore, entre Chaponost et Sainte-Foy, la vallée de Bonant, plus profonde encore; elle aurait exigé un ouvrage de 100 mètres de hauteur et de six à sept étages. On procéda de la même façon, en réduisant l'infrastructure du siphon à un pont de 20 mètres de hauteur maxima, et en économisant 80 mètres d'élévation. On exécuta entre cet ouvrage et Lyon, au vallon de Saint-Irénée, un troisième passage à siphon porté par un massif de maçonnerie, qui supprima de nouveau un pont à deux ou trois étages.

On reproduisit avec le même succès cette solution sur un autre aqueduc de Lyon, celui du Mont-d'Or, à la traversée du vallon de la Grange-Blanche, près d'Écully.

Si nous prenons pour exemple l'installation du siphon du Garon, nous trouvons le problème très-habilement résolu avec les ressources limitées du temps.

La conduite ordinaire débouchait, à la tête amont du siphon, dans une chambre de distribution voûtée de 4^{m},50 de longueur, de 1^{m},80 environ de largeur et de 2^{m},05 de hauteur (pl. XI,

Digitized by Google

fig. 9-10), pourvue de vannes à coulisse pour régler et arrêter l'écoulement des eaux dans les tuyaux abducteurs. Un regard dans la voûte permettait d'entrer dans l'intérieur de ce bassin. D'après M. Delorme, la chambre d'amont avait en outre un déversoir dont la crête était placée à 1^{m},32 au-dessus du radier.

Sur le côté opposé à la galerie d'amenée, prenaient naissance neuf tuyaux de départ, placés sur une même ligne horizontale, à 0^{m},35 au-dessus du radier, et évasés à leurs embouchures; ces tuyaux, en plomb, formés d'une feuille de 0^{m},027 d'épaisseur, avaient 0^{m},22 de diamètre intérieur; cette série de siphons descendait au fond de la vallée et remontait de l'autre côté sur deux rampants inclinés à peu près à 45 degrés et portés par des arcades (pl. XI, fig. 7-8) ; entre les deux rampants, les siphons étaient supportés par des tasseaux de pierre, posés de mètre en mètre sur un pont de 300 mètres de longueur et de trente arcades, de 16 mètres de hauteur maxima (pl. XI, fig. 5-6). Ces arcs avaient 6 mètres d'ouverture, 14 mètres de plus grande hauteur sous clef, les piles 3 mètres d'épaisseur. La largeur du pont-aqueduc entre les têtes était de 8^{m},30, sensiblement plus grande qu'à l'ordinaire, pour le logement de dix-huit tuyaux espacés. On avait essayé de compenser cet excédant de largeur en élégissant les piles par des baies en enfilade de 4^{m},65 d'ouverture, avec des voûtes en pierres plates et briques alternées, mais elles affamaient trop les piles, et l'on dut les murer par la suite.

A partir de la moitié de la hauteur, chaque tuyau se dédoublait en deux autres de 0^{m},17 de diamètre, pour la traversée de la partie inférieure du siphon, plus chargée, ce qu'indique bien l'élargissement des rampants, passant à mi-coteau de 4^{m},50 à 8^{m},30 de largeur entre les têtes; la pression augmentant, on avait la prudence de diminuer le diamètre pour diminuer la tension du métal et soulager les assemblages assez précaires, qui auraient pu s'étirer et céder sous une charge de cinq atmosphères. C'était surtout la soudure longitudinale qui aurait pu se rompre, car, avec 0^{m},22 de diamètre, l'épaisseur de 0^{m},027 promettait de résister à une pression de vingt-quatre atmosphères.

Au sommet du second rampant, les siphons déversaient

Digitized by Google

leur eau dans une chambre disposée comme celle d'amont, et la conduite continuait par une galerie voûtée, comme à l'ordinaire.

Dans la deuxième traversée en siphon, celle de la vallée de Bonant, la hauteur rachetée par la conduite forcée était plus grande : elle atteignait 80 mètres ; le pont était plus long ; on avait installé douze tuyaux qui se dédoublaient encore à mi-hauteur ; pour loger ce jeu d'orgues, on avait donné, dans les parties correspondantes aux rampants et au pont, une largeur plus grande entre les têtes. Les autres dispositions restaient semblables aux précédentes.

Aux points bas et sur les parties horizontales, qu'ils appelaient *ventres,* les Romains avaient le soin de mettre des soupapes et des ventouses (*columnaria*).

Nous n'avons pas la différence de niveau laissée entre les extrémités du siphon, entre les chambres d'amont et d'aval ; nous savons seulement que la différence de niveau totale entre la prise d'eau du Mont Pilat et le réservoir de l'Antiquaille à Lyon était de $116^{m},95$, et que la pente moyenne de la conduite libre était de $1^{m},674$ par kilomètre pour 52 kilomètres environ de longueur, soit de $87^{m},05$; il restait donc une différence de niveau d'environ 30 mètres, partagée pour la perte de charge entre les trois siphons ; celle-ci était largement prévue, pour le volume maximum que ces tuyaux pouvaient avoir à débiter. En calculant, en effet, d'après les formules de M. Bazin, le volume que pouvait débiter la conduite ordinaire, avec une largeur de canal de $0^{m},65$, une hauteur d'eau maxima de $0^{m},57$, marquée par les incrustations, et une pente de $1^{m},674$, on trouve 522 litres par seconde, ou $45\,120^{m^3}$ par vingt-quatre heures. Pour débiter ce volume par neuf tuyaux de $0^{m},22$ et dix-huit de $0^{m},16$ de diamètre, la perte de charge totale eût été de $8^{m},60$; elle devait être plus considérable au siphon de Bonant, mais bien moindre à celui de Saint-Irénée ; la conduite forcée devait donc être capable de débiter le volume amené par la conduite libre, sans qu'on fût jamais obligé d'en rejeter par le déversoir un excédant notable.

Dans les cas de moindre débit, les vannes à coulisse, à l'aval comme à l'amont, devaient intervenir pour régler et modérer la vitesse de sortie des eaux à la tête aval.

Digitized by Google

Nous trouvons dans toute cette installation, à défaut d'une théorie scientifique précise ou même de notions empiriques dont Vitruve n'a rien su nous transmettre, une intuition fort juste et fort exacte de l'augmentation des pressions, des pertes de charge, etc., et des mesures à prendre pour assurer le bon fonctionnement de cette solution spéciale.

TUYAUX EN PLOMB.

On trouve d'autres applications très-heureuses de ces passages en siphon exécutés avec des tuyaux de plomb.

Ainsi, l'aqueduc d'Arles envoyait de l'eau au faubourg, autrefois important, de Trinquetaille, en passant le Rhône par un siphon coulé dans le lit du fleuve; on en a retiré une très-grande partie; ces tuyaux avaient $0^m,135$ de diamètre extérieur et $0^m,011$ d'épaisseur; ils portaient, estampée aux deux bouts, la marque de leur fabricant : C. CANTIVS POIHINVS FAC. Pour l'assemblage, un bout entrait à emboîtement dans l'évasement de l'autre, et le tout était fixé par un nœud de soudure dont le diamètre atteignait le double de celui de la conduite, et la longueur le triple de ce diamètre. Quant à la soudure longitudinale, elle était toujours faite comme une couture à surjet par la juxtaposition des bords parallèles.

Quelquefois les tuyaux employés étaient rectangulaires ou méplats, quand ils supportaient de faibles pressions. On évitait soigneusement dans ces conduites forcées les angles ou coudes trop brusques, qu'on savait par expérience ressentir plus particulièrement l'effet des coups d'eau.

Les siphons furent encore employés pour le passage de ravins difficiles et profonds; à Constantine, les réservoirs du plateau de Mansourah envoyaient leurs eaux dans la ville par un tuyau descendant pour passer en siphon le pont du Rummel; à Tébessa, le tuyau de conduite forcée franchissait en siphon le ravin sur un pont. L'aqueduc de Vaison traversait encore de cette façon l'Ouvèze.

Dans les divers aqueducs de Lyon, les tuyaux de plomb (*fistulæ plumbeæ*) portaient tantôt le nom de TIB. CLAVD.

Digitized by Google

CAES., tantôt, à un bout, le nom du fabricant ou de l'entrepreneur : JVLIVS PAVLVS LVGDVNI FACIEBAT, et, à l'autre, le nom de l'édile : L. TERTINIVS F. Ces marques en relief, par la régularité de leur position, paraissent être venues au laminage des feuilles de plomb.

TUYAUX EN POTERIE.

On fit un assez grand usage des tuyaux en plomb pour la distribution de l'eau dans les villes; dans ce cas pourtant, d'après le conseil de Vitruve, on préférait souvent, pour les pressions moyennes, aux tuyaux de plomb qu'on déclarait malsains, les tuyaux en poterie (*tubuli*); ces tuyaux étaient formés ou de boisseaux tronconiques ou de boisseaux cylindriques, vernissés intérieurement, avec des feuillures s'emboîtant les unes dans les autres; ils étaient faits non au tour, mais, d'après les filets de moulage, par compression dans des moules, pour obtenir une cohésion plus grande (pl. XII, fig. 12-13-14). Dans la tranchée, on les englobait d'un petit massif de béton, formant autour d'eux un prisme carré de $0^m,40$ environ de côté. D'autres fois, ces tuyaux étaient cylindriques, moulés encore, et s'assemblaient par des manchons. Vitruve recommandait de leur donner au moins 2 doigts ($0^m,035$) d'épaisseur.

Dans tous les cas, le garnissage des joints se faisait soit avec du ciment fin, soit avec de la chaux et de l'huile.

Ces tuyaux avaient de $0^m,12$ à $0^m,15$ de diamètre, environ $0^m,60$ de longueur et $0^m,07$ ou $0^m,08$ d'emboîtement; on les noyait toujours dans du béton. Aux coudes, où les ruptures étaient plus fréquentes, on les emboîtait souvent dans de la pierre de taille. Pour calfater les joints, Vitruve recommandait de mettre de la cendre dans l'eau au moment de la mise en service de la nouvelle conduite.

On employa fréquemment ces tuyaux en poterie dans les distributions des villes, et aussi pour les petites conduites, comme dans l'ancienne Lutèce pour l'aqueduc de Chaillot, et plus tard pour celui des Prés-Saint-Gervais. Des bornes marquaient le tracé de la conduite et permettaient de la retrouver.

Digitized by Google

Ce n'est toutefois que vers la fin de l'empire d'Occident qu'on employa des conduites forcées sur de grandes longueurs, de 20 à 25 kilomètres ; un des premiers exemples qu'on en pût citer, se trouvait à Constantinople : l'eau, prise à des réservoirs formés par le barrage de ruisseaux, était amenée par des conduites en plomb ; comme on ne connaissait pas alors les ventouses à flotteur, pour se débarrasser de l'air qui gênait le mouvement de l'eau dans les conduites, on disposait sur le parcours, aux points hauts, des *columnaria*, sortes de colonnes piézométriques qui laissaient dégager l'air et versaient l'eau dans des bassins, d'où elle repartait par un tuyau descendant ; on serait arrivé au même résultat par une simple tubulure d'expansion assez élevée.

On a retrouvé dans la plaine des Arcs (Var) une ancienne conduite de 4 kilomètres en plomb pour l'amenée des eaux.

PISCINES OU BASSINS D'ÉPURATION.

Les Romains tenaient énormément à la pureté de l'eau ; quand elle était trouble ou provenait d'un fleuve, avant de l'envoyer aux réservoirs, ils la faisaient passer dans des bassins de dépôt ou d'épuration (*piscinæ limariæ*) plus ou moins compliqués.

Quand les eaux étaient naturellement assez pures, la *piscine épuratoire* ne se composait parfois que d'un seul bassin placé sur le parcours de la conduite, et construit assez grand, de $6^m,40$ par $7^m,40$, comme aux extrémités du pont de Metz par exemple, pour que la vitesse de passage fût très-sensiblement diminuée ; en vertu de la perte de vitesse, les limons et les corps étrangers entraînés se précipitaient ; généralement, dans ces bassins les orifices d'arrivée et de départ étaient placés sur deux côtés à angle droit, pour que les matières transportées se déposassent mieux contre les faces opposées en manière de *chicanes* (pl. XII, fig. 1-2).

Quand les eaux étaient moins pures, on adoptait deux ou trois bassins successifs, couverts ou découverts, avec des dispositions assez diverses suivant les circonstances, comme aux piscines épuratoires des aqueducs de Rome données par Fabretti.

Digitized by Google

On trouve sur l'aqueduc d'Arles, à la jonction des deux branches des Eygalières et de Maussane, un bassin d'épuration, en tête du tronc commun (pl. XII, fig. 3); il avait 38 mètres de longueur et 12 mètres de largeur; il était divisé en trois compartiments, et présentait une disposition curieuse : les eaux s'épanouissaient sur toute la largeur intérieure en arrivant dans le premier bassin, raccordé avec l'aqueduc par deux pans coupés; puis, comme pour empêcher l'établissement d'un courant entre l'aqueduc et les derniers compartiments, et rendre le passage plus difficile, le premier bassin communiquait avec les suivants par une baie dont les pieds-droits formaient en avant une double saillie biseautée; ces changements de direction devaient produire des remous et des tourbillons qui allaient peut-être contre le but poursuivi.

Quand les eaux étaient plus troubles et plus limoneuses, l'appareil était encore plus compliqué; il comprenait, comme au bassin de l'eau Virgo, sur la colline Pincia, quatre chambres voûtées superposées deux à deux (pl. XII, fig. 4) : l'eau pénétrait dans une des chambres supérieures, descendait par des regards dans la chambre inférieure correspondante, passait par des baies latérales dans la voisine, et remontait par d'autres regards dans la quatrième chambre, d'où elle repartait pour regagner les réservoirs de distribution; dans ces quatre changements de direction à angle droit, sous l'influence d'une très-faible vitesse, les limons se déposaient; ceux-ci pouvaient être rejetés dans les égouts, au moyen de chasses; à cet effet, des ouvertures ménagées dans les murs inférieurs, et fermées par des vannes, mettaient en communication ces bassins de dépôt avec les cloaques voisins. Les murs étaient en béton, avec des radiers dallés et des contre-pentes ramenant les boues vers les orifices de nettoyage. On retrouve une disposition semblable sur un des aqueducs de Poitiers.

Ces bassins d'épuration se plaçaient à l'origine, au milieu, rarement à la fin de la conduite, ou bien au point de rencontre de deux conduites, quand on mélangeait leurs eaux; un canal de décharge rejetait les eaux et les boues vers une rivière ou un égout voisin; on les établissait également sur le parcours, en tête des passages, comme les tunnels ou les conduites forcées,

Digitized by Google

par exemple, dont le nettoyage n'était pas facile ; c'était alors un appareil assez simple, une cuve de dépôt intercalée sur la conduite, comme à Jouy, sur l'aqueduc de Metz, ou sur l'aqueduc du Mont Pilat à Lyon.

RÉSERVOIRS.

Au bout de l'aqueduc, l'eau se rendait dans des réservoirs ou des citernes, d'où partait la distribution dirigée sur les différents points de la ville. Ces réservoirs, châteaux-d'eau, conserves ou citernes (*castella*, *cisternæ*), suivant qu'ils étaient en remblai ou en déblai, présentaient les dispositions et les dimensions les plus variables : tantôt ils se composaient d'une simple cuve cylindrique de répartition, de 25 à 30 mètres cubes de capacité, placée entre le débouché de l'aqueduc et les tuyaux de distribution, comme le *castellum divisorium* de Nîmes (pl. XII, fig. 5-6) ; tantôt ils atteignaient des proportions très-considérables, lorsqu'ils devaient, comme en Afrique, emmagasiner de grandes quantités d'eau pour le temps de la sécheresse. Quand plusieurs bassins étaient accolés, l'eau devait toujours traverser toute la série des bassins avant d'être distribuée.

Dans les villes, ces bassins étaient souvent ornés de colonnes, de statues, de fontaines, de vasques latérales ou d'abreuvoirs (*lacus*), recevant le trop-plein des eaux et l'écoulant dans les rigoles et les cloaques.

Les Romains, dans leur distribution des eaux, considéraient trois services : les *bains*, les *lavoirs et fontaines publiques* et les *concessions particulières*, services auxquels ils consacraient des eaux de plus en plus pures ; les excédants servaient au lavage des rues et des cloaques. Dans les grandes villes, où l'on disposait d'eaux d'origine et de qualité différentes, on affectait spécialement chacune, suivant sa pureté, à une de ces trois destinations. Ainsi, à Rome, les eaux Marcia et Claudia servaient pour la boisson, l'Anio vetus pour les arrosages et les bains. Quand la ville ne possédait qu'un seul aqueduc, on faisait un réservoir à trois nefs, dans lesquelles l'eau se clarifiait et se décantait de l'une à l'autre ; souvent, quand on pouvait multiplier

Digitized by Google

les conduites, chaque service s'approvisionnait au compartiment correspondant dans l'ordre de clarification. A Rome, les eaux passaient des réservoirs dans les conduites de distribution par l'intermédiaire de bâches de jaugeage qui répartissaient les eaux dans une proportion déterminée entre les diverses concessions. Quand il n'y avait pas de concessions, les eaux passaient directement dans les tuyaux, qui les distribuaient dans les différents quartiers.

CONSTRUCTION DES RÉSERVOIRS.

Les réservoirs étaient placés sur les points hauts, et quelquefois même très-loin sur des collines voisines, comme en Afrique.

Ces réservoirs, comme nous l'avons dit, furent tantôt construits en remblai, tantôt en déblai, mais toujours sur un terrain bien solide et de forts radiers en béton.

Ils se composaient généralement de galeries parallèles, recouvertes de voûtes en berceau, séparées par des murs de refend et communiquant par des baies latérales. Les Romains s'imposèrent très-rarement la sujétion de recouvrir leurs bassins par des voûtes d'arête portées par des piliers.

Bien que nous ayons vu les Anciens utiliser, dans la construction des bassins et des ports, la propriété du cercle pour obtenir les plus grandes surfaces sous le moindre contour, la difficulté de l'appareil des voûtes pour la couverture de surfaces circulaires les détourna de donner cette figure à leurs réservoirs, qu'ils firent toujours carrés ou rectangulaires.

Comme exemple de réservoir en remblai, on trouve à Rome, près de la voie Appia, un type intéressant de bassin carré en plan, recouvert d'une voûte en arc de cloître, avec deux lunettes sur chaque côté ; le carré avait 10 mètres de côté, les naissances étaient à 5 mètres au-dessus du radier (pl. XII, fig. 7-8). Pour contre-butter la poussée des voûtes et de l'eau, les murs du réservoir, suite de berceaux verticaux en arc de cercle, étaient appuyés par des contreforts verticaux qui recevaient

Digitized by Google

les retombées; l'écartement de ces contreforts était de 2 mètres, comme leur saillie, et leur épaisseur de 1 mètre; les murs du réservoir avaient 1 mètre d'épaisseur à la clef. A cette citerne était adossé un autre réservoir rectangulaire, recouvert d'une simple voûte en berceau, sans contrefort; le mur extérieur avait 2 mètres d'épaisseur. Dans ces bassins, les revêtements extérieurs étaient en petit appareil; intérieurement, le blocage affleurait l'enduit; les angles étaient soigneusement arrondis et les parois intérieures bien cimentées. Ailleurs, on trouve un bassin, dont les murs sont soutenus par des niches circulaires surmontées de culs-de-four.

Un des réservoirs en déblai les mieux conservés est celui de Fréjus (pl. XII, fig. 9-10-11) : il se composait de trois galeries parallèles en berceau, communiquant par des baies latérales et laissant entre elles des piliers carrés pour soutenir les voûtes. La longueur des galeries était de $11^{m},60$, leur largeur de $2^{m},25$ et leur hauteur sous clef de $4^{m}.00$; les baies latérales avaient $2^{m},42$ d'ouverture et les piliers $1_{m},25$ de côté, avec des soubassements; le radier général offrait $0^{m},75$ d'épaisseur et la voûte $0^{m},50$, chargée de $0^{m},40$ de maçonnerie de remplissage nivelant les tympans, et recouverte de $1^{m},00$ de terre. Les murs latéraux présentaient une épaisseur de $1^{m},50$, avec des pilastres au droit des piliers, ceux des fonds $1^{m},40$; les parements intérieurs et extérieurs de ces murs, même contre les terres, étaient en moellons smillés, et le massif central en blocages; les piliers étaient en moellons piqués.

A Lyon, les galeries en berceau du réservoir de la maison Angélique, à l'arrivée de l'aqueduc du Mont Pilat, avait $3_{m},80$ de largeur de galerie, avec des pieds-droits de $0^{m},85$ d'épaisseur seulement. Il en reste encore cinq voûtes avec voussoirs en briques et moellons alternés.

Pour la construction de ces réservoirs en déblai, Vitruve indique très-nettement le procédé suivant : on creuse en tranchée la forme des murs d'enceinte, descendue jusqu'au-dessous du radier; on remplit l'espace de béton, composé de deux parties de bonne chaux et de cinq de bon sable siliceux (on ajoutait souvent de la pouzzolane ou du tuileau concassé) et de cailloux de petite dimension (moindres d'une livre en poids); on

Digitized by Google

pilonne fortement ce béton, puis, quand l'enceinte est finie, on déblaie le massif et l'on exécute le radier également en béton bien battu. Vitruve ne dit pas si, de son temps, on faisait la voûte elle-même en béton sur le massif taillé en cintre naturel. Il recommande de disposer les citernes de façon à permettre à l'eau de se clarifier, en passant de l'une à l'autre ; pour les eaux malsaines, il invite à jeter du sel dans les bassins.

DIMENSIONS DES RÉSERVOIRS.

Les citernes ou réservoirs les plus vastes se rencontraient en Afrique ; on en a fait resservir un certain nombre ; on peut citer notamment les citernes de Sidi-Soussan à Dellis, de Philippeville, les trente-deux citernes de Constantine, celles de Bougie, de Bône, d'Announa, de Téfesed. A Tiklat (*Tubusuptus*), le réservoir présentait quinze compartiments de 30^{m},60 de longueur, 4^{m},15 de largeur et 6 mètres du radier aux naissances, pouvant emmagasiner environ 10 000 mètres cubes. Le réservoir de Sélefké offrait la même contenance, avec 45^{m},70 de longueur, 22^{m},85 de largeur et 10^{m},16 de profondeur sous clef. A Oudna (*Uthina*), près de Carthage, on retrouve sept citernes de 36 mètres de longueur, 4^{m},50 de largeur et 12 mètres de hauteur ; six d'entre elles étaient parallèles ; la septième, placée en travers, servait de bassin d'épuration et de distribution ; elles pouvaient contenir ensemble 14 000 mètres cubes d'eau.

Ces grandes citernes, les plus grands réservoirs de Rome ou la grande conserve de Pouzzoles (*Piscina mirabile*) sont laissés bien loin en arrière par les immenses réservoirs à deux étages, pouvant contenir de 100 à 320 000 mètres cubes, que nous construisons aujourd'hui pour assurer l'approvisionnement régulier de nos grandes villes, et dans lesquels les eaux jouissent d'un repos bien plus long et plus efficace pour leur clarification que le passage, toujours assez rapide, au travers des anciens bassins épurateurs.

Il arriva parfois, avec des eaux très-pures, qu'on put supprimer tout réservoir et que le grand aqueduc se prolongea di-

Digitized by Google

rectement par les tuyaux distributeurs avec la seule interposition d'un petit bassin de répartition (*dividiculum*, *castellum diversorium* ou *divisorium*). A Nîmes, par exemple, où l'eau était envoyée à des fontaines continues, au débouché de l'aqueduc on trouve encore un bassin circulaire découvert, d'environ $5^m,50$ de diamètre et de $1^m,00$ de profondeur (pl. XII, fig. 5-6), entouré d'une banquette en pierre de taille de $1^m,38$ d'épaisseur; à $0^m,56$ de hauteur au-dessus du radier étaient percées dans cette banquette dix ouvertures circulaires de $0^m,40$ de diamètre, dans lesquelles s'engageait la tête des tuyaux de conduite, qui, deux par deux, portaient l'eau dans cinq directions différentes. On reconnaît les feuillures dans lesquelles s'ajustaient les collerettes des tuyaux de départ. Trois trous de vidange dans le fond servaient à débarrasser le *castellum divisorium* des boues et des dépôts ou à envoyer les eaux à une naumachie; elles présentent encore les rainures dans lesquelles entraient les vannes ou clapets de fermeture.

DISTRIBUTION DES EAUX.

Pour régler la distribution, on faisait écouler les eaux par des orifices de diamètres calibrés, placés à des hauteurs déterminées dans des bâches à niveau rendu constant par des trop-pleins.

L'unité romaine, en usage dans les distributions d'eau, était le *quinaire* (*fistula quinaria*), volume d'eau débité par un ajutage circulaire de *un doigt et un quart* de diamètre, dont le centre était placé à 12 *doigts* au-dessous du niveau de l'eau. Le *doigt* représentant $0^m,0178$, le quinaire était donc le volume fourni par un ajutage de $0^m,02225$ de diamètre, dont le centre était à $0^m,2136$ au-dessous du niveau. En prenant la formule de Prony, avec un coefficient de contraction de 0,82, on trouve que cette unité devait représenter un volume de $0^{lit},653$ par seconde, de 2 356 litres par heure et de $56^{mc},420$ litres par vingt-quatre heures; c'était un peu moins du triple de notre pouce de ontainier ($19^{mc},195$ litres).

Digitized by Google

L'orifice de prise d'eau était déterminé par des *calices* ou ajutages en bronze de 12 doigts ($0^m,2136$) de longueur, de diamètre rigoureusement calibré, en métal assez dur pour qu'on ne pût pas fausser et augmenter la section et détourner ainsi des quantités d'eau plus grandes; le tuyau en plomb ou en poterie s'adaptait à la suite de ce calice.

Frontin nous donne, avec leurs diamètres, leurs périmètres et leurs débits, les vingt-cinq modules de distribution, multiples du quinaire, qui réglaient le prix des concessions particulières. Quinze de ces modules étaient seulement en usage. Frontin évalue le débit en *quinaires*, en *onces* (1/12e de quinaire), en *siliciques* (1/48e de quinaire) et en *scripules* (1/288e de quinaire). Cette division était fort compliquée; les fontainiers avaient légèrement forcé ces mesures pour obtenir des débits plus facilement calculables, ce qui ne devait pas être toutefois encore bien facile avec la numération romaine. Les diamètres et périmètres étaient évalués en doigts. Nous indiquons ci-après ces principaux modules, avec leur conversion en mesures modernes :

MODULES DE JAUGEAGE.

Modules.	Diamètres		Sections en doigts carrés.	Débits par seconde	
	en doigts.	en millimètres.		en quinaires.	en litres.
Fistula quinaria....	1d,25	22mm,25	1dc,227	1q,000	0l,653
— sextaria.....	1 50	26 70	1 767	1 440	0 940
— octonaria ...	2 00	35 60	3 142	2 560	1 672
— denaria.....	2 50	44 50	4 910	4 008	2 612
— duodenaria..	3 00	53 40	7 061	5 836	3 813
— vicenaria....	5 00	89 00	19 634	16 001	10 448
— quadragenaria.....	7 134	126 99	39 962	32 568	21 268
— quinquagenaria.....	7 982	142 08	50 039	40 781	26 629
— octogenaria..	10 090	179 60	79 960	65 167	42 556
— centenaria...	11 280	200 78	99 933	81 442	53 180
— centenum vicenum....	12 358	220 01	119 983	97 785	63 957

Les sections et débits calculés en quinaires par Frontin, en prenant pour valeur de π l'ancien rapport 22/7, ne diffèrent que par les fractions des chiffres ci-dessus.

Digitized by Google

TUYAUX DE DISTRIBUTION.

A ces calices correspondait une série de tuyaux en plomb de 10 pieds de longueur ($2^m,955$), dont les diamètres, les circonférences et les poids nous sont donnés par Vitruve, qui prolongeait la série jusqu'aux tuyaux de 100 doigts de circonférence. Voici quelques-uns des types correspondant aux modules ci-dessus :

Modules.	Diamètres en doigts.	Circonférences en doigts.	Poids en livres romaines.	Poids en kilogrammes.	Diamètres en mètres.
1. Quinaire.....	1 d, 59	5 d, 00	60 l	19 k, 578	0 m, 0285
2. Denaire.....	2 54	8 00	96	31 325	0 0452
3. Duodénaire.....	3 19	10 00	120	39 156	0 0570
4. Vicenaire.....	4 77	15 00	180	58 734	0 0849
5. Cent vingt doigts carrés.....	12 70	40 00	480	156 624	0 2261
6. Deux cents doigts carrés.....	15 90	50 00	600	195 780	0 2830
7. Cinq cents doigts carrés.....	25 40	80 00	960	313 248	0 4520
8. Huit cents doigts carrés.....	31 90	100 00	1200	391 560	0 5696

D'après cette nomenclature et les poids indiqués, il est facile de calculer que tous ces tuyaux avaient une épaisseur uniforme de $0^m,0065$, trop faible pour les gros diamètres ; en supposant le métal soumis à une pression moitié seulement de celle sous laquelle il s'étire, le tuyau n° 8 n'aurait pu résister qu'à une pression de 8 mètres d'eau, le n° 5 à 20 mètres, le n° 1 résistant à 163 mètres ; or, les réservoirs de l'eau Claudia étaient à 48 mètres au-dessus des points bas de la ville ; ces données du tableau précédent n'étaient acceptables, dans la pratique, que si les diamètres diminuaient rapidement à mesure qu'on s'éloignait du réservoir ou qu'on descendait à un niveau plus bas ; en fait, on ne dut pas se servir souvent des diamètres supérieurs à $0^m,22$, en dehors de la série de Frontin, car on n'en a pas retrouvé ; et, de plus, on dut souvent dépasser les épaisseurs ci-dessus, car les

Digitized by Google

tuyaux d'Arles, pour $0^m,11$ de diamètre intérieur et la même longueur de $2^m,955$, avaient $0^m,0125$ d'épaisseur, et les siphons de Lyon, pour $0^m,22$ de diamètre, offraient $0^m,027$ d'épaisseur, ce qui porterait à croire qu'on adoptait plutôt une sorte de règle empirique assignant à l'épaisseur des tuyaux en plomb environ le 1/8e du diamètre intérieur.

La soudure de ces tuyaux présentait une côte longitudinale de $0^m,015$ de saillie et de $0^m,030$ de largeur pour les tuyaux de $0^m,11$.

La distribution dans les villes se faisait d'abord par des tuyaux en plomb et en poterie, par des tuyaux en bois doublés de plomb (*fistulæ plumbeæ*), par des tuyaux en bois ou même par des conduites formées de pierres percées et juxtaposées (Rouen).

Quelquefois même, l'eau se répandait simplement dans la ville par des caniveaux ou rigoles creusées dans la pierre, comme on en a trouvé des exemples en Afrique.

Souvent, pour ne pas employer de trop grands diamètres ou pour se mettre à l'abri des interruptions de service, les conduites étaient doubles, comme à Rome, à Nîmes, etc.

Les conduites principales étaient commandées par de grands robinets de distribution (*epistomium*). Les robinets en bronze qu'on a retrouvés à Pompéi étaient à boisseau, comme les nôtres, mais d'une forme et d'une ornementation plus soignées (pl. XII, fig. 17).

BRANCHEMENTS.

Les branchements particuliers se faisaient sur la conduite principale au moyen de tuyaux de petit diamètre appelés *points* (*puncta*) ajustés sur des calices. Frontin dit bien qu'il fallait tenir compte, pour régler le débit d'une concession donnée, dans la détermination du *point* ou du calibre, de la distance et de la hauteur du réservoir par rapport à l'orifice du branchement, soit de la perte de charge dans le tuyau en amont et de la charge réelle restante à la prise ; mais il n'indique aucune règle empirique pour ce calcul ; le nom de *libratores*, niveleurs, donné aux agents chargés de la pose de ces *points*, marque bien aussi la part importante que l'observation des cotes de nivellement de-

Digitized by Google

vait prendre dans cette opération. On avait également noté qu'un même branchement sur une conduite contenant de l'eau en mouvement débite plus ou moins suivant l'angle qu'il fait avec l'axe de cette conduite; les fraudes, qui atteignaient à Rome une proportion énorme, s'exerçaient ou sur le diamètre des calices qu'on cherchait à agrandir, ou sur la direction qu'on pouvait donner à l'origine du branchement; on cherchait à établir des prises clandestines et à corrompre les *libratores* pour avoir un plus grand volume d'eau. Des robinets ou soupapes d'arrêt à clef (*assis*) étaient placés sur ces branchements. Comme les eaux tombantes ou d'infiltration devenaient, pour une large part, la propriété des particuliers, on cherchait à en augmenter le volume de toute façon, en perçant les réservoirs, les conduites, etc. C'est que l'eau avait pris dans les besoins de la vie romaine une place considérable, qui nous est marquée par ces fraudes, par le luxe incroyable des constructions dont elle faisait l'objet, et par le chiffre de la consommation auquel on atteignait; chaque demeure avait de grands viviers à circulation d'eau courante, au moins un jet d'eau continu, si ce n'est plusieurs distribués dans l'*impluvium*, l'*atrium*, le *peristylum*, le *xystus* et sur les terrasses. Les maisons particulières prenaient ainsi dans les villes souvent plus de la moitié du volume d'eau distribué. Dans une ville aussi accidentée que Rome, malgré toutes les précautions, la distribution devait être fort inégale; nous ne savons pas bien par quels moyens les *points* de jaugeage parvenaient à régler, dans les différents cas, avec des pressions très-différentes, les volumes revenant à une concession déterminée; on dut probablement avoir dans l'origine, avec ces écoulements continus, pour les mêmes volumes nominaux, d'énormes écarts dans les volumes réellement distribués; par la suite, quand le réseau des aqueducs fut complété, on dut diviser la distribution par quartiers, avoir diverses zones de services, et rechercher une répartition plus égale et plus régulière, indispensable avec le système d'écoulement continu si général dans la pratique romaine.

Les villes établies sur des collines ou pourvues de plusieurs aqueducs, comme Vienne, Lyon, Poitiers, etc., ne manquèrent pas, dans le même but, d'organiser, à l'exemple de Rome, pour les différents quartiers étagés, des *haut, moyen* et *bas services*.

Digitized by Google

CONCESSIONS D'EAU.

Ce qui marque bien encore le prix attaché à l'usage des eaux, c'est l'importance donnée aux concessions (*jus impetratæ aquæ*). Elles devaient être demandées à l'empereur et présentées et appuyées par le *curator aquarum;* selon les cas, elles étaient accordées à titre gratuit ou à titre onéreux, mais toujours personnelles et non transmissibles aux héritiers ou aux acquéreurs, sauf pour les bains publics ou par certaines faveurs spéciales. L'usage de l'eau était exclusivement concédé à la personne; le détournement, le vol des eaux, les dégâts commis dans les aqueducs ou les conduites étaient punis d'amendes allant jusqu'à 100 000 sesterces (environ 27 000 fr.), sans préjudice des frais de reconstruction à rembourser à l'Etat. Malgré cette pénalité sévère, dans la campagne, on pratiquait des saignées dans les aqueducs pour détourner les eaux; on arrivait à perdre ou à dériver de la sorte jusqu'à 11 000 quinaires (plus de 600 000 mètres cubes) dans l'ensemble des aqueducs de Rome. L'empereur dut ordonner la confiscation des terrains sur lesquels les eaux se rendaient, et Justinien porta l'amende pour le simple détournement des eaux à 10 livres d'or (10 480 francs).

Les eaux tombantes des bassins, vasques et abreuvoirs ne pouvaient être entièrement prises par les particuliers; une part déterminée devait être réservée pour le lavage des rues et des cloaques.

Un contrôle et une comptabilité générale, organisés par Agrippa, permirent de se rendre compte des quantités d'eau amenées et des quantités distribuées entre les divers services.

Au temps de Frontin, les aqueducs de Rome amenaient aux diverses cotes de hauteur données ci-dessous, les quantités d'eau suivantes, après avoir dérivé à leurs prises des volumes bien plus considérables :

Digitized by Google

ALIMENTATION DE ROME.

Aqueducs.	Longueurs totales.	Longueurs des galeries.	Longueurs des souterrains.	Longueurs des arcades.	Quantités d'eau prises en quinaires.	Quantités d'eau amenées en quinaires.	Hauteurs d'arrivée.
Appia	16 577m,48	25 940m,56	»	88m,89	1 825q	841q	8m,37
» (embr.)	9 451 97						
Anio vieux	63 704 00	63 375 00	»	329 00	4 398	1 141	25 17
Marcia	90 490 25	80 347 66	»	10 156 29	3 295	2 161	37 48
» (embr.)	10 370 50	10 335 80	»	»			
Tepula	2 963 00	2 963 00	»	»	440	400	38 23
Julia	19 958 77	10 370 50	»	9 588 27	1 200	649	39 71
Virgo	22 977 05	23 221 50	800m,00	1 037 05	2 500	752	10 43
» (embr.)	2 081 50						
Alsietina / Augusta	34 033 00	33 502 80	»	530 20	400	392	5 00
Claudia	68 750 50	53 774 77	802 23	14 173 50	4 600	2 855	47 42
Anio neuf	86 964 05	73 137 97	802 23	13 023 85	4 738	3 263	47 52
Totaux	428 322m,07	376 989m,56	2 404m,46 (1).	48 928m,05	23 396q	12 454q	
		428 322m,07					

On ajouta par la suite, du temps de Frontin, quelques dérivations supplémentaires, qui augmentèrent l'approvisionnement de Rome de 2 336 quinaires et le portèrent à 14 018 quinaires, représentant, par vingt-quatre heures, 790 895m³,560 litres d'eau, reçus par cent trente châteaux-d'eau et distribués dans la ville, soit pour les services publics, soit *au nom de César* (gratuitement), soit aux concessions particulières ; les services publics comprenaient :

Mille trois cent cinquante-deux bassins ou abreuvoirs (*lacus*) ;

Cinq cent quatre-vingt-onze fontaines jaillissantes (*lacus salientes*) ;

Dix-neuf camps, quatre-vingt-quinze thermes et trente-neuf spectacles.

Entre ces derniers, les palais et jardins impériaux, les concessions particulières et le service suburbain, le partage se faisait ainsi :

(1) La longueur des souterrains était notablement plus grande, parce que Frontin les a souvent compris dans le chiffre des arcades.

Digitized by Google

Maisons *extrà muros*.....	4 063quin.	229 235m³.
Palais et jardins impériaux.....	1 707	96 309
Thermes, fontaines, naumachies.....	4 401	248 304
Concessions particulières.....	3 847	217 048
Totaux.....	14 018quin.	790 896m³.

La part attribuée aux thermes et aux fontaines se subdivisait comme il suit :

Dix-neuf camps.....	16 000m³.	248 304m³.
Quatre-vingt-quinze thermes.....	142 000	
Trente-neuf spectacles, naumachies..	20 000	
Cinq cent quatre-vingt-onze fontaines jaillissantes.....	70 304	

La population de Rome, qui avait été de 266 684 habitants sous la République, non compris les 120 000 habitants des faubourgs, s'élevait au temps de César à 320 000 âmes, pour atteindre vers le milieu de l'Empire, dans l'enceinte nouvelle d'Aurélien, qui réunit les faubourgs, 560 000 habitants ; on peut penser que, sous Auguste, la population de Rome, sans les faubourgs desservis d'autre part, se montait de 320 à 350 000 individus au plus, prenant leur part de cette distribution de 561 661 000 litres, et recevant par tête environ 1 700 litres d'eau par jour. La population suburbaine de 140 à 150 000 individus, avec sa part de 229 000 mètres cubes, en recevait de 15 à 1 600 environ.

Nous devons faire remarquer que la différence de 10 942 quinaires, existant entre le volume dérivé aux prises, 23 396 quinaires, et le volume amené, 12 454 quinaires, représentait déjà, au temps de Frontin, un volume de plus de 600 000 mètres cubes d'eau, perdus par évaporation et infiltration ou détournés sur le parcours des 428 kilomètres d'aqueducs ; rendu à Rome, ce volume supplémentaire aurait porté le cube total disponible à 1 160 000 mètres cubes, aurait augmenté de 1 800 litres la part de chaque habitant et l'aurait élevée à 3 500 ou 3 600 litres d'eau pour la population *intrà muros*. Nos villes modernes sont considérées comme très-largement approvisionnées avec le dixième d'une distribution pareille !

Digitized by Google

A ce titre, Frontin pouvait dire justement avec Martial :

« *Terrarum dea, gentiumque Roma,*
« *Cui par est nihil, et nihil secundum.* »

Personne n'a malheureusement continué l'intéressante monographie que Frontin avait entreprise, pour nous apprendre ce que Rome reçut encore par surcroît quand elle posséda le réseau complet des vingt ou vingt-trois aqueducs dont les noms seuls sont parvenus jusqu'à nous.

La masse d'eau de 800 000 mètres cubes seulement amenés à Rome, représentait, outre les eaux d'inondation du Tibre ou des pluies, un volume comparable à celui de certaines rivières. On comprend quelle importance dut prendre le réseau des égouts pour évacuer régulièrement de pareils torrents d'eau.

PRIX DES CONCESSIONS.

Les concessions particulières devaient être fixées à un prix extrêmement bas. Frontin rapporte qu'elles produisaient ensemble un revenu annuel de 250 000 sesterces (62 000 francs) ; ce produit, pour 3 900 quinaires, sur lesquels un certain nombre était gratuit, il est vrai, donnerait une redevance annuelle de $15^{fr},90$ par quinaire ou $56^{m^3},420$ litres par vingt-quatre heures, ou de $0^{fr},282$ par mètre cube journellement consommé. De nos jours, les eaux les plus mauvaises, comme celles de l'Ourcq, à Paris, se paient de 25 à 60 francs le mètre cube, suivant la quantité prise, et les eaux plus pures se paient généralement le double. La taxe actuelle serait donc de cent à deux cents fois plus élevée.

PRIX DE REVIENT DES AQUEDUCS.

Il nous a été transmis un très-petit nombre de renseignements sur le prix de revient des aqueducs romains.

Nous savons que l'aqueduc Appia, de 26 kilomètres de

Digitized by Google

longueur, débitant 42 000 mètres cubes, coûta 3 400 000 francs; l'aqueduc Claudia, de 69 kilomètres, amenant à Rome 142 500 mètres cubes, occasionna une dépense de 7 500 000 francs; l'Anio neuf, pour 87 kilomètres et 184 000 mètres cubes, revint à 13 900 000 francs. On a calculé le prix d'établissement de l'aqueduc du Gard sur les bases actuelles, qui ne diffèrent pas sensiblement, nous l'avons vu, des prix payés à Rome sous les empereurs; on a trouvé que, avec sa longueur de 50 kilomètres et ses grands ouvrages, il aurait coûté 6 000 000 de francs. En calculant les prix de revient kilométriques, nous trouvons :

Aqueducs.	Longueurs	Débits journaliers.	Dépenses totales.	Dépenses kilométriques.
Appia.....	26	42 000 m³	3 400 000 fr	131 000 fr
Claudia.....	69	142 500	7 500 000	109 000
Anio neuf.....	87	184 000	13 900 000	159 000
Aqueduc de Nîmes.....	50	46 000	6 000 000	120 000

Le prix de revient varia donc, pour ces trois ouvrages, entre des limites relativement très-rapprochées, de 110 à 160 000 francs le kilomètre, malgré des différences de débit considérables; ce qui prouve une fois de plus que les Romains ne proportionnaient guère les sections et les données de leurs aqueducs aux volumes à dériver ou aux services à rendre.

COMPARAISON AUX DISTRIBUTIONS MODERNES.

La Rome moderne possède trois aqueducs seulement, d'une longueur totale de 108 kilomètres :

L'*aqueduc Virgo*, restauré par les papes Nicolas V et Pie IV, donne actuellement par jour. . . . . 63 170 m³

L'*eau Pauline*, provenant de l'ancien aqueduc Alsietina, réparé en 1621 par Paul V, fournit 90 410

Et l'*eau Felice*, des anciens aqueducs Marcia et Claudia, restaurés en 1590 par Sixte V, amène à Rome. 19 720

C'est donc, pour la Rome actuelle, un volume de 173 300 m³

Digitized by Google

attribué à ses 165 ou 170 000 habitants, qui assure encore près de 1 000 litres à chacun d'eux. Ces seuls restes suffisent à lui constituer une des plus belles distributions modernes.

Une seule distribution d'eau, dans des conditions de construction moins gigantesque et de salubrité moins grande, il est vrai, a pu, de nos jours, surpasser la profusion antique : c'est celle du Potomac, qui amène à Washington 300 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, soit 4 300 litres par habitant.

Malgré l'abondance des eaux amenées à Rome, leur emploi était tellement réglé, les habitudes ainsi prises, les exigences si grandes, qu'on n'aurait pu interrompre ou supprimer impunément pour des réparations le service de l'eau sur un aqueduc. En cas d'accident aux arcades, Frontin nous dit qu'on établissait une conduite de dérivation provisoire en plomb pour tourner le point compromis. C'est sans doute par un excès de précaution de même ordre que les conduites étaient parfois doublées sur certains grands ponts, comme à Metz et à Arles. Les exigences n'étaient pas moindres en province, puisqu'on trouve à Fréjus un second pont-aqueduc construit à quelques mètres d'un autre et destiné à remplacer le premier sans interrompre le service pour la réfection. On ne remarque cependant pas toujours dans les réservoirs la division en plusieurs compartiments indépendants, qui permet, sans arrêt du service, les nettoyages et les réparations, comme nous ne manquons jamais de le réserver. Il faut penser que le grand nombre de bassins distincts ou *castella* (cent trente à Rome) permettait, surtout avec la double canalisation de quartier alimentée par des réservoirs différents, d'interrompre momentanément le fonctionnement de l'un d'eux sans grande perturbation dans le service.

ALIMENTATION DANS LES PROVINCES.

Les autres villes durent emprunter beaucoup à l'organisation romaine; elles ne furent pas toutefois alimentées aussi largement que la capitale. Cependant les jaugeages des anciens aqueducs de Poitiers ont donné 3 000 mètres cubes à l'étiage, et de 12 à 15 000, et même 18 000 mètres cubes

Digitized by Google

d'eau en bonne saison, pour une population qui pouvait être alors de 5 à 6 000 habitants; c'était donc une consommation assurée de 540 à 3 000 litres par habitant. On trouvait partout alors, comme à Pompéi, le même usage abusif de l'eau dans les maisons particulières pour les bains, les fontaines, les jets d'eau, les viviers (1).

A Metz, depuis la réfection de l'aqueduc de Gorze, on a jaugé, par expérience, pour une section de $0^{m^2},648$, marquée par les concrétions de l'ancien périmètre mouillé, le volume que débitait l'aqueduc; on a trouvé un volume maximum de 52 675 mètres cubes, qui devait s'abaisser, dans les sécheresses, à 33 700 mètres cubes, et donner en moyenne 43 200 mètres cubes, ce qui aurait encore assuré un volume de près de 1 700 litres à une population de 25 000 habitants, chiffre que *Divodurum* ne dut pas dépasser à l'époque romaine.

Un seul des quatre aqueducs de Lyon amenait environ 45 000 mètres cubes, en les calculant, d'après les données fournies par les incrustations, au moyen des formules de MM. Darcy et Bazin. Il suffisait, lui seul, à assurer près de 500 litres aux 100 000 habitants que devait posséder *Lugdunum*.

L'aqueduc du Gard, d'après les traces laissées par les obstructions calcaires, dut débiter environ 46 500 mètres cubes, volume qui pouvait s'abaisser à 30 000 mètres cubes dans certaines circonstances; la population n'étant pas alors plus considérable que de nos jours, la fourniture individuelle ne devait pas être inférieure à 500 litres par jour, et s'augmentait encore du produit important des eaux de la Fontaine de Nîmes.

AQUEDUCS DANS LES PROVINCES.

Nous avons essayé de résumer les procédés généraux que les Romains mirent en œuvre pour la construction des aqueducs, et de reproduire les traits principaux du modèle que Rome

(1) On a retrouvé des puits romains, notamment dans certaines *villæ* : ils avaient généralement $1^m,30$ de diamètre et un revêtement plus ou moins bien taillé, posé à sec. Ailleurs on a rencontré de très-longs aqueducs amenant l'eau à de simples *villæ*.

Digitized by Google

pouvait proposer avec orgueil à l'imitation des provinces. Il nous faut maintenant rechercher l'œuvre de ces dernières; bien que nous ne puissions aujourd'hui citer que pour mémoire un grand nombre de ces ouvrages, nous allons rencontrer un merveilleux ensemble, plus intéressant encore à étudier, parce qu'il réunit, avec des solutions plus neuves et plus hardies, toutes les sortes de difficultés vaincues; nous pourrons arriver à cette autre conclusion qu'il n'y eut peut-être pas de bourgade romaine qui ne fût en possession d'un aqueduc, et à laquelle beaucoup de nos grandes villes modernes ne pussent à ce titre justement porter envie.

L'administration romaine, nous l'avons vu, ne se réserva en ces matières qu'une action dirigeante; elle n'eut sans doute pas de grands efforts à faire pour exciter le zèle des municipalités, elle n'eut qu'à les aider de ses conseils et à leur indiquer le chemin, pour engager leur activité dans cette voie utile et féconde, et les services de cette nature qu'elle rendit aux vaincus, durent bientôt lui faire pardonner son triomphe. On s'explique comment, sous cette influence bienfaisante qui apportait tant de présents inconnus, des moyens de communication faciles, les éléments d'une vie plus confortable, les séductions de l'art, les lumières d'une instruction nouvelle, la Gaule, l'Espagne, la Germanie s'inclinèrent si docilement devant leurs vainqueurs, et comment s'opéra si bien la fusion des haines et des races. Cette civilisation que Rome rayonnait autour d'elle, imposait plus aux vaincus, les rattachait plus solidement à la cause romaine que l'appareil militaire le plus puissant, et l'on comprend bien, par exemple, qu'une ou deux légions, campées même aux postes les plus avancés des frontières, aient pu suffire parfaitement à garder toute la Gaule, qui ne pensait nullement à se révolter ni à secouer son joug.

AQUEDUCS EN ITALIE.

En dehors des magnifiques aqueducs de Rome, qui auraient pu subvenir, il est vrai, à l'alimentation de vingt ou trente villes d'Italie, on n'a pas encore retrouvé dans la péninsule de nombreux vestiges de ces anciens ouvrages, qui durent

Digitized by Google

être créés cependant en fort grand nombre, à l'exemple si voisin de Rome. On ne peut pourtant accuser de cette destruction complète les invasions barbares du Ve siècle, qui ont pu, comme à Nîmes et à Gênes, mettre ces ouvrages hors de service, mais sans prendre le soin de les anéantir totalement. Peut-être avait-on su résoudre le problème par des travaux moins importants, moins apparents, qui par suite ont laissé moins de traces. Peut-être aussi l'archéologie italienne n'a-t-elle pu encore assez fouiller le sol et exhumer tous les monuments qu'il recèle. Quoi qu'il en soit, les ouvrages hydrauliques nous apparaissent jusqu'ici moins nombreux en Italie que dans les autres anciennes provinces.

Les tronçons les plus importants se rencontrent à Gênes, sur près de 10 500 mètres aux environs; cet aqueduc, construit vers — 215 ou — 210, après la ruine complète de la ville par le général carthaginois Magon, fut le troisième élevé en Italie; il vint après les aqueducs Appia et Anio vetus de Rome. Il fut détruit au Ve siècle par l'invasion des barbares; l'aqueduc moderne refait à Gênes a reproduit pour la mesure des concessions particulières le système ancien des calices en bronze, qui portent le nom de *bronzini*.

Les environs de Pouzzoles présentent des débris épars des anciens aqueducs chargés d'amener les eaux à la *Piscina mirabile*, magnifique réservoir dont la voûte était soutenue par quarante-huit piliers, et qui servait aux besoins du port. On retrouve à Pompéi les traces de l'aqueduc et les fontaines placées à presque tous les carrefours. Aquilée, Arona, Arezzo, Pæstum, Ostie nous offrent encore quelques vestiges de leur ancienne alimentation d'eau. On sait aussi que Rimini construisit un aqueduc magnifique.

Peu après la chute de l'empire d'Occident, s'élevèrent les superbes aqueducs gothiques de Spolète (541) et de Catane (604), marquant un âge nouveau, qui, pour ses premiers essais, enfantait des merveilles; en élevant son aqueduc à des hauteurs inconnues, qui n'ont jamais été surpassées, il semble que Théodoric, vainqueur des dernières armées de l'empire, ait voulu encore le vaincre sur cet autre terrain, et venger noblement son peuple du nom de barbare qu'on lui jetait à la face.

Digitized by Google

Nous reparlerons de cet ouvrage, qui n'appartient plus à l'époque romaine, en passant la revue comparative des beaux aqueducs qui sont venus après elle.

En Sicile, on retrouve encore les ruines de l'aqueduc construit à Agrigente en — 479 par l'architecte Phéon ; on voit aussi à Termini les restes d'un aqueduc de 4 milles de longueur qu'on appelait *aqua Cornelia*. Mais aucun ne pouvait surpasser le bel aqueduc construit plus tard sur le fleuve Saint-Paul, aux frais du prince Biscari.

AQUEDUCS DANS LA GAULE.

La Gaule, au milieu de l'émulation générale pour ces travaux qui étaient l'orgueil des provinces, ne se laissa distancer par aucune autre ; il en reste de grands et immortels témoins pour l'affirmer encore.

Aqueduc de Nîmes.

Nous plaçons en première ligne l'aqueduc qui amenait des environs d'Uzès à Nîmes les eaux des sources d'Eure ou d'Ure et de la fontaine d'Airan. On en a souvent attribué la construction à Antonin (138-161), qui dota Nîmes de ses principaux monuments ; on a quelquefois aussi désigné comme son auteur, en + 18, Vipsanius Agrippa, surintendant des eaux, qui créa les principales routes de Lyon et de Nîmes. Aucune donnée précise ne permet de lui assigner l'une de ces deux origines plutôt que l'autre.

Cet aqueduc suivait la vallée de l'Alzon, longeant à peu de distance la route actuelle d'Uzès à Remoulins, par Saint-Maximin, Argilliers et Vers, venait franchir le Gardon au Pont-du-Gard, sur un point resserré, à 3^{kil},5 en amont de Remoulins, et se dirigeait ensuite sur Nîmes en passant à Lafoux, entre Sernhac et Saint-Bonnet, sous Besouce et Saint-Gervasy, au-dessus

Digitized by Google

de Marguerittes, et débouchait à Nîmes entre le Fort et la Tour Magne, à 12 ou 15 mètres au-dessus du plan général de la ville, avec un développement total de 49 750 mètres et une différence de niveau de 17 mètres.

Dans son tracé, il épousait le mieux possible les contours des contreforts et des ravins, surtout entre le Pont-du-Gard et Sernhac, en réduisant sur ces points les ouvrages d'art à de petits ponts sur les ruisseaux et à de petits tunnels; il était dans cette partie fort contourné et offrait des coudes assez brusques. On se réservait pour faire sur le Gardon un ouvrage monumental, et dans la traversée de la vallée de Vers une longue série d'arcatures qu'un siphon eût pu facilement remplacer.

Cet aqueduc était en galerie couverte sur toute sa longueur; le profil en travers type présentait un radier en béton de $2^m,10$ de largeur et de $0^m,40$ d'épaisseur, deux pieds-droits maçonnés de $0^m,40$ d'épaisseur et de $1^m,15$ de hauteur, espacés de $1^m,30$ et recouverts d'une voûte de $0^m,35$ d'épaisseur. La galerie avait donc $1^m,80$ de hauteur sous clef; le radier et les pieds-droits étaient revêtus jusqu'aux naissances d'un enduit de mortier et de tuileau concassé de $0^m,05$ d'épaisseur, qui réduisait l'ouverture libre à $1^m,20$.

Les eaux qu'il amenait étaient de bonne qualité et très-claires, et l'on ne trouve pas de bassin d'épuration sur le parcours; on les dirigeait immédiatement à leur arrivée à Nîmes dans les tuyaux de distribution par l'intermédiaire du *castellum divisorium* que nous avons précédemment décrit. Elles étaient toutefois très-incrustantes, car, d'après l'analyse de M. Hervé-Mangon, elles contiennent par litre $0^{gr},227$ de carbonate de chaux et 27 centimètres cubes seulement d'acide carbonique pour le dissoudre; par les chocs et l'agitation, ce gaz se dégageait et le carbonate se déposait sur les parois de la cuvette. Malgré des désincrustations et des repiquages nombreux, dont on retrouve les traces, au moment de la mise hors de service de l'aqueduc, il est resté sur chaque paroi latérale des concrétions fort abondantes, qui atteignent jusqu'à $0^m,37$ d'épaisseur et obstruent les deux tiers de la section libre.

La pente sur le parcours de l'aqueduc était assez variable : la fontaine d'Eure étant à la cote de $76^m,05$, le radier du *cas-*

Digitized by Google

tellum divisorium à Nîmes étant à 59m,04, la différence de niveau totale de 17m,01 donnerait pour un développement de 49 750 mètres une pente moyenne de 0m,342 par kilomètre ; le radier du Pont-du-Gard étant à 65m,33, à 16 kilomètres de l'origine, la pente moyenne en amont était de 0m,670, et en aval, pour une différence de 6m,29 sur 34 kilomètres, elle était de 0m,185. Sur le Pont-du-Gard, la pente s'abaissait déjà à 0m,00040 par mètre. La section ne variait pas avec ces changements dans la pente, qui ne s'astreignait pas à ces moyennes fixes, mais passait, dans la section d'aval, par exemple, de 0m,07 à 0m,45 pour une moyenne de 0m,185. On conçoit qu'en amont on ait augmenté la pente pour gagner la cote du Pont-du-Gard, et n'avoir pas un coûteux excédant de hauteur sur ce point ; mais au-delà on s'explique moins bien ces variations, non plus que certaines déviations brusques du tracé en plan sur des plateaux réguliers ; les uns et les autres de ces écarts ne peuvent avoir été motivés par des mouvements de terrain ; ces déviations ne pouvaient non plus avoir pour but, comme on l'a dit, d'amortir la vitesse de l'eau, qui ne dépassa pas 0m,50 à 0m,60 dans cet aqueduc.

On trouve sur le trajet quelques tunnels, quelquefois sans revêtement dans le roc dur, mais le plus souvent avec un muraillement et une voûte en moellons smillés de 0m,60 d'épaisseur, comme ceux des Escaunes.

Les arcatures de Vers, dont il reste un certain nombre d'arceaux, eurent une très-grande importance (pl. X, fig. 5) : elles s'étendaient en amont du Pont-du-Gard sur près de 1950 mètres, avec des hauteurs variables de 2 à 16 mètres ; elles comptaient treize arches de 8 mètres d'ouverture et de 2 mètres d'épaisseur de pile sur 136 mètres de longueur, cent sept arches de 4 mètres s'étendant sur 532 mètres, et, sur un développement de 1281 mètres, elles avaient moins de 3 mètres d'élévation au-dessus du sol. La largeur était de 2m,50 entre les têtes ; les piles, beaucoup plus larges (3m,70) que l'aqueduc, soutenaient les tympans par deux pilastres latéraux de 0m,60 de saillie.

L'œuvre capitale de cet ancien aqueduc est le Pont-du-Gard, qui existe encore tout entier (pl. XI, fig. 1-2) ; pour atteindre à la hauteur totale de 48m,77, il compte trois étages superposés :

Digitized by Google

le premier, de 21^{m},87 au-dessus de l'eau et de 6^{m},36 de largeur; le deuxième, de 19^{m},50 de hauteur et de 4^{m},56 entre les têtes; le troisième enfin, portant l'aqueduc, a 7^{m},40 d'élévation et 3^{m},06 de largeur. La construction se trouve avoir par ces retraites un fruit transversal d'environ 3,5 pour 100.

L'étage inférieur a 142^{m},35 de longueur, le moyen 242^{m},45, le supérieur 273 mètres. Les deux premiers présentent une grande arche principale de 24^{m},52 d'ouverture, pour livrer passage au Gardon, et d'un côté une arche au premier étage et quatre au deuxième de 15^{m},50 d'ouverture, et de l'autre quatre arches au premier étage et six au deuxième de 19^{m},20; le troisième étage compte trente-cinq petites arches, dont les épaisseurs des piles sont balancées pour obtenir exactement un nombre entier d'arceaux dans l'entr'axe des arches inférieures; leur ouverture est de 4^{m},80.

Les naissances des arcs inégaux des étages inférieurs sont à des niveaux différents, franchement indiqués par des impostes moulurées, présentant une grande doucine.

Les piles, voûtes, tympans et bandeaux des deux premiers étages sont en très-grand appareil; les têtes ont des assises de 0^{m},60, avec parpaings et boutisses, et l'on trouve dans les piles et dans les voûtes des pierres d'appareil et des voussoirs atteignant 2 mètres cubes. Le grand appareil est monté à sec, à joints précis, avec des ciselures sur les joints dans le parement, des bossages laissés bruts et des pierres saillantes sur les faces et sur les pieds-droits; ces négligences voulues et cette apparence rustique ajoutent beaucoup à l'effet pittoresque de cette construction au milieu du site sauvage qu'elle décore.

Les piles se terminaient des deux côtés par des becs triangulaires, prolongés jusqu'au niveau des hautes eaux au-dessus du plan des naissances; elles s'évasaient par le haut pour épouser à leurs épaulements les courbures originelles des retombées et protéger ainsi les arêtes vives de la douelle contre l'érosion des eaux. Les piles ont 4^{m},80, 4^{m},56 et 4^{m},36 d'épaisseur, suivant les ouvertures adjacentes.

Les voûtes, comme nous l'avons dit, sont formées de quatre anneaux parallèles et indépendants, de 1^{m},60 de largeur au premier étage, et de trois de 1^{m},52 au deuxième; ces anneaux

Digitized by Google

ne sont pas reliés entre eux et restent séparés par un joint de quelques centimètres. Ces voûtes présentent des voussoirs saillants qui ont servi à soutenir les cintres à la hauteur du joint glissant. Les épaisseurs de ces voûtes sont de 1m,60 pour les ouvertures de 24m,52, de 1m,55 pour celles de 19m,20 et de 15m,50, et de 0m,60 pour les ouvertures de 4m,80 du troisième étage. Dans ce dernier étage, les parements des têtes sont en moellons smillés, avec garnissage intérieur en blocages et mortier de ciment; les bandeaux, les voûtes, les impostes et les trois premières assises des tympans sont toutefois en pierre de taille de moyen appareil.

La cuvette a 1m,20 de largeur et 1m,66 de hauteur; les pieds-droits ont environ 0m,86 d'épaisseur, et la couverture est formée par de belles dalles ayant de 0m,90 à 1m,00 de largeur, 0m,35 d'épaisseur, et jusqu'à 3m,64 de longueur, avec une légère double pente supérieure pour l'écoulement des eaux.

Ce pont présente en plan une légère courbe assez inutile et inexplicable.

Sur le pont, la cuvette était revêtue, comme ailleurs, d'un enduit très-résistant, de 0m,05 d'épaisseur, fait avec de la chaux, du sable et des fragments de tuileaux concassés. A la surface était appliquée une couche d'un mastic rouge plus fin, extrêmement dur et bien lissé. D'épaisses concrétions calcaires recouvrent les parois à 0m,37 d'épaisseur, sur plus de 1m,40 et même 1m,70 de hauteur. On en avait déjà enlevé au marteau à plusieurs reprises.

Vers le commencement du XVIIe siècle, on voulut consacrer un côté de cet ouvrage à la traversée du Gardon. On chercha à profiter des piles et de la saillie latérale du premier étage sur le deuxième; on avait par là déjà 0m,91 de largeur; pour gagner le complément nécessaire, on entama les piles du deuxième étage de plus d'un tiers, on élargit encore la chaussée par un encorbellement sur les arrière-becs, et l'on obtint un passage à peu près suffisant. Cet acte de vandalisme absurde compromit beaucoup l'édifice, qui se déversa. En 1699, l'intendant du Languedoc, Lamoignon de Baville, en fit ordonner la restauration par les Etats-Généraux de la province; mais la réfection des piles réduisit tellement le passage latéral, qu'on

Digitized by Google

dut se décider à faire un pont spécial, de 7 mètres de largeur, accolé à la tête aval. Ce pont existe encore, mais il empate la base et enlève beaucoup de l'élégance et de la hardiesse qu'offrait la construction isolée.

Le pont-aqueduc et le passage latéral ont été réparés de notre temps. Quelques voussoirs rongés par le temps ont été remplacés par M. Lainé, qui a fort heureusement utilisé les voussoirs et les corbeaux saillants dans l'installation des cintres, chevalements et échafaudages nécessaires pour soutenir l'œuvre pendant la reprise. Les dégradations n'étaient pas très-nombreuses; l'ouvrage, à peu près intact, a été respecté par les Barbares et par une suite d'au moins dix-sept siècles; il se dresse encore tout entier, majestueux et imposant; on retrouve, dans son ordonnance, un sentiment de l'art qui le place bien au-dessus des œuvres souvent banales que nous suggèrent les seuls principes du régulier et du correct; le Pont-du-Gard est un monument harmonieux et complet avec son soubassement, sa colonnade et son attique; ici, comme à Rome, c'est un arc triomphal élevé par l'homme à son génie, en souvenir de l'utile et pacifique victoire qu'il a remportée sur la nature.

L'aqueduc, ruiné sur certains points, non par le temps, mais par la main des Barbares au Ve siècle, a été reconnu presque en entier, à une époque où l'on préconisait le projet séduisant de le restaurer et de le remettre en service pour alimenter de nouveau la ville de Nîmes: on a retrouvé sa galerie intacte sur 8 747mètres : elle subsiste à plus de 0^{m},60 de hauteur des pieds-droits sur 13 146 mètres; elle n'est endommagée davantage que sur 11 533 mètres; M. Dombre calculait que cette réfection, avec la reconstruction des arcatures de Vers plus gravement compromises, aurait coûté à peu près 1 500 000 francs; la construction entière de l'aqueduc aurait de nos jours représenté une dépense d'au moins 6 millions.

On a découvert dans la ville de Nîmes un certain nombre des anciens tuyaux de plomb qui distribuaient l'eau, à partir du *castellum divisorium,* dans cinq directions différentes; ils portaient la marque : T. CRISPIVS PRIMIGENIVS.

Avec les pentes et la hauteur des incrustations, on a pu

Digitized by Google

calculer le volume d'eau que cet aqueduc pouvait débiter journellement : on a trouvé pour le débit maximum 46 500 mètres cubes ; mais les jaugeages des sources, refaits de nos jours, permettent de penser que, à certaines époques de sécheresse, le débit descendait à 29 ou 30 000 mètres cubes, et même à 20 000.

La nouvelle distribution ne prévoit pas maintenant une distribution supérieure à un maximum de 25 000 mètres cubes pour suffire aux besoins de la ville, plus peuplée probablement et plus industrieuse.

Aqueducs de Lyon.

Lyon, qui fut la capitale de la Gaule, et la ville la plus peuplée avec Narbonne, eut besoin d'un large approvisionnement d'eau ; s'étageant alors en grande partie sur les deux versants des collines de Fourvières et de la Croix-Rousse, qui regardent la Saône, rivière qui ne pouvait lui fournir des eaux assez potables, placée trop haut pour qu'on pût assurer facilement tout le service avec les eaux du Rhône, la cité romaine dut aller rechercher assez loin le volume d'eau fraîche et limpide qui lui était nécessaire, et l'amener à un niveau suffisant pour obtenir une bonne distribution naturelle.

Lyon eut à sa disposition jusqu'à quatre aqueducs :

Le premier aqueduc, fait par Claude, vers + 50, partait du Mont Pilat et aboutissait près de Fourvières, après un développement de 52 kilomètres.

Le deuxième, construit par les troupes d'Antonin ou de Marc-Aurèle, prenait les sources du Mont d'Or par deux branches, traversait le ruisseau d'Écully, puis le vallon de la Grange-Blanche, sur un beau pont à siphon de plusieurs grandes arches élancées, remontait la colline des Massues et gagnait le plateau de Saint-Irénée. On retrouve des traces de ce bel ouvrage près de la route de Tarare, à Écully, et les arcs-rampants du pont à siphon, qui ne s'est écroulé qu'en 1827.

Le troisième, de Montromant ou de Craponne, avait son origine à Duerne, traversait Saint-Genis-l'Argentière, passait à 80 mètres au-dessus de Montromant, se dirigeait parallèlement à la vallée de la Brévenne vers Lentilly, franchissait le col le plus

Digitized by Google

bas et revenait par La Tour-de-Salvagny, Vaugneray, Grézieux, Craponne et Tassin déboucher sur le plateau de Saint-Irénée après un parcours de 40 kilomètres.

Le quatrième, construit plus tard, dérivait des eaux du Rhône, prises entre Montluel et Miribel, et les amenait, en suivant la rive droite et en franchissant un assez long tunnel, dans l'ancien bassin du Jardin-des-Plantes; il servait sans doute exclusivement aux besoins du quartier de la rive gauche de la Saône.

Ces aqueducs étaient presque tous construits en réticulé.

Celui qu'on retrouve le plus complétement, jalonné à chaque instant par les ruines importantes qu'il nous a laissées, est le premier, celui du Mont Pilat; il dérivait le ruisseau le Janon, près de Rochetaillée, et le conduisait à Lyon en traversant un pays fort accidenté, resté couvert de ses débris; il partait de la petite Varizelle et continuait par Izieux, Saint-Chamond, Chagnon, Saint-Martin-de-la-Plaine, Saint-Genis-Terrenoire, Saint-Maurice-sur-Dargoire, Mornant, Orliénas, Soucieu, Brignais, Chaponost, Bonant, La Quarantaine, Sainte-Foy, Saint-Irénée, et débouchait à mi-hauteur du coteau de Fourvières; il recevait sur sa route des prises supplémentaires faites au Gier près de Saint-Martin-Accoaline, et au ruisseau de Longanon près de Sorbier.

On rencontrait sur ce trajet dix-sept ouvrages d'art importants, onze ponts-aqueducs, trois ponts à siphon et trois souterrains : deux ponts-aqueducs sur la petite Varizelle et près de Sorbier; un pont et un tunnel à Chagnon, trois ponts à Saint-Genis-Terrenoire, à Saint-Maurice-sur-Dacy et à Mornant; un souterrain à Saint-Laurent-d'Agny, deux ponts entre Orliénas et Soucieu; au-delà de Soucieu, sur la vallée du Garon, un premier pont à siphon, remplaçant un pont-aqueduc qui aurait eu 70 mètres de hauteur, cinq étages et 500 mètres de longueur; à Chaponost, l'eau rencontrait une piscine épuratoire et un neuvième pont de quatre-vingt-dix arcades, dont soixante-deux sont encore debout; au-delà, un deuxième pont à siphon à travers la vallée de Bonant, supprimant un pont-aqueduc de 100 mètres de hauteur et de sept à huit étages, puis l'eau traversait un tunnel qui la conduisait presque jusqu'à la colline de Sainte-Foy, et se rendait, en passant un dixième pont-aqueduc, dans un réser

Digitized by Google

voir, vers la porte de Saint-Irénée; elle était reprise par des tuyaux en plomb qui franchissaient le vallon de Saint-Irénée sur un massif de maçonnerie constituant un troisième pont à siphon et remplaçant un pont à trois étages; elle débouchait dans un autre réservoir, vers la porte de Trion, et enfin dans le réservoir de la maison Angélique, près de l'Antiquaille, en traversant un onzième pont-aqueduc.

Cette dérivation avait 52 kilomètres de longueur et 60 avec ses deux affluents; la différence de niveau entre les deux extrémités de l'aqueduc était de 116^{m},94; la pente moyenne de la conduite libre était de 1^{m},67 par kilomètre.

Nous avons décrit la construction des galeries courantes (pl. X, fig. 1), qui avaient 0^{m},65 de largeur entre les pieds-droits et 2^{m},00 de hauteur sous clef; le radier avait 0^{m},32 d'épaisseur, les pieds-droits 0^{m},50 et la voûte 0^{m},65; celle-ci était recouverte de 0^{m},65 de terre. Les enduits étaient faits de chaux, de sable et briques pilées plus ou moins finement, suivant les couches superposées.

Aux points de passage de déblai en remblai et jusqu'à 2^{m},50 de hauteur au-dessus du sol, on construisait la conduite sur un massif plein de maçonnerie de 2 mètres de largeur entre les têtes (pl. X, fig. 4); les pieds-droits avaient alors, comme la galerie, environ 0^{m},65 de largeur; le parement extérieur de l'ouvrage était en réticulé sans chaînes de briques; l'extrados, légèrement bombé, était percé de regards de 0^{m},65 de côté, fermés par des trappes en fer.

Au-dessus de 2^{m},50, l'aqueduc se trouvait supporté par des arcs dont les naissances, posées d'abord sur le sol, s'élevaient ensuite sur des piles. Jusqu'à 6 mètres de hauteur sous clef, les arcs plein cintre avaient 4 mètres d'ouverture, les piles 2 mètres de face et 2^{m},60 de largeur entre leurs têtes; à 10 mètres de hauteur sous clef, les arcs s'agrandissaient à 5^{m},18 d'ouverture, et les piles à 2^{m},50 de face (pl. X, fig. 14-15). Les tympans présentaient 2 mètres de largeur entre les têtes, avec une retraite de 0^{m},30 de chaque côté sur la pile, qui avait ainsi pour empatement un excédant de largeur; cette pile se continuait sur la face du tympan par un petit pilastre qui servait de contrefort.

Pour les piles de hauteur moyenne, les fondations descen-

Digitized by Google

daient à $1^m,00$ ou $1^m,30$ de profondeur ; pour celles de $10^m,00$ de hauteur et au-dessus, ces fondations s'enfonçaient à $2^m,00$ et $2^m,70$; un empatement de $0^m,15$ régnait tout autour du pied.

Les maçonneries des arcades étaient faites en réticulé, découpé en zones de $1^m,30$ de hauteur par des chaînes horizontales de deux rangs de briques carrées de $0^m,60$ de côté et de $0^m,055$ d'épaisseur, avec de grands joints de $0^m,02$; c'est généralement par la brique que les piles ont péri ; quand elles sont tombées, c'est que la brique a cédé ; les angles étaient aussi constitués par des briques disposées en carreaux et en boutisses, mais leurs joints montants se liaient mal avec les losanges du réticulé.

Les voûtes étaient exécutées en pierres plates de $0^m,08$ d'épaisseur, alternant avec de grandes briques ; une brique à plat à l'extrados figurait le filet d'une archivolte moulurée.

Les ponts à siphon présentaient une grande largeur nécessaire au logement des tuyaux (pl. XI, fig. 5-6); on avait essayé de pratiquer un élégissement des piles du pont dans le sens longitudinal; ainsi pour un pont de $14^m,00$ de hauteur sous clef, dont les arcs avaient $6^m,00$ d'ouverture, les piles $3^m,00$ de face, et la largeur de tête en tête était de $8^m,30$, on avait voulu ménager dans chaque pile une baie transversale de $4^m,70$ d'ouverture et de $7^m,00$ de hauteur sous clef ; mais plus tard on dut les murer toutes, parce qu'elles affaiblissaient trop les piles.

Nous ne reviendrons pas sur la description déjà faite de la conduite forcée ; nous dirons seulement que ces tuyaux étaient espacés sur le pont, tant plein que vide (pl. XI, fig. 5-6-7-8), et que la largeur entre les têtes aux origines supérieures des rampants étant de $4^m,50$, au siphon du Garon par exemple, à partir de la moitié de la hauteur cette largeur était brusquement portée à $8^m,30$ pour toute la traversée inférieure ; cet élargissement rend bien compte du dédoublement des tuyaux, et permet de calculer la dimension des nouvelles conduites, écartées de la longueur de leur diamètre, comme aux points de raccordement avec les chambres d'amont et d'aval. Ces largeurs étaient plus grandes pour le pont de Bonant, qui portait un plus grand nombre de tuyaux.

Les charges nécessaires pour les traversées en conduite for-

Digitized by Google

cée avaient été, nous l'avons vu, libéralement ménagées. On a rencontré entre les premier et deuxième, puis entre les deuxième et troisième siphons, des réservoirs qui devaient être des bassins d'épuration destinés, d'après la pratique romaine ordinaire, à clarifier les eaux avant le passage dans les tuyaux, et à garantir ces derniers d'obstructions dangereuses; il devait en exister un autre en amont du premier siphon, mais on ne l'a pas retrouvé.

Ces eaux se rendaient par une première branche dans le réservoir de la maison Angélique, divisé en compartiments parallèles recouverts de voûtes en berceau de 32^{m},00 de longueur, de 3^{m},85 d'ouverture et de 5^{m},00 de hauteur; ces compartiments étaient séparés par un mur plein de 0^{m},85 d'épaisseur.

Une deuxième branche conduisait l'eau dans un autre réservoir, destiné comme le précédent aux besoins publics; une troisième se rendait à l'amphithéâtre des Minimes, une quatrième au palais des empereurs à l'Antiquaille, une cinquième à la maison de la Serra.

A Fourvières, on a trouvé un réservoir plus élevé d'un autre aqueduc; il était triple, et avait 16^{m},00 de longueur, 14^{m},00 de largeur totale, 7^{m},00 de hauteur avec des murs de 1^{m},00 d'épaisseur; on retrouve les orifices d'accès et de départ de l'eau, avec des regards dans les voûtes.

Les tuyaux des siphons portaient le nom de Claude, TIB. CLAVD. CAES.; on en a relevé d'autres appartenant à la distribution dans la ville, qui portaient d'un côté l'inscription : JVLIVS PAVLVS LVGDVNI FACIEBAT, et de l'autre le nom de l'édile, sans doute : L. TERTINIVS F.

La hauteur de la veine débitée paraît avoir été de 0^{m},57; la pente étant de 1^{m},67 par kilomètre, en appliquant les formules de M. Bazin et les coefficients des parois très-unies et très-lisses comme les Romains les exécutaient, on trouve que cet aqueduc pouvait débiter 45 120 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les autres aqueducs nous ont légué des restes moins complets que celui du Mont Pilat.

Digitized by Google

Aqueduc de Metz.

On ne connaît pas la date précise de la construction de l'aqueduc de Metz; on sait qu'elle est antérieure à +70; les uns l'attribuent aux légions de César, les autres à celles de Drusus, en —9.

Au vallon des Bouillons, près de Gorze, un bassin rassemblait les eaux des sources voisines; elles se dirigeaient ensuite sur Metz par un grand aqueduc de 22 kilomètres de longueur, passant par Novéant, Dornot, Ancy-sur-Moselle, Rongeville, Jouy-aux-Arches, Orly, Saint-Privat, et débouchaient dans Metz à la citadelle.

Le canal avait $1^m,04$ de largeur, et de $1^m,60$ à $2^m,00$ de hauteur (pl. X, fig. 2) : il était monté sur un massif de blocages, avec deux pieds-droits de $0^m,92$ de hauteur en moellons smillés intérieurement, ébauchés extérieurement; la voûte en plein cintre était recouverte d'un massif de $0^m,25$ de maçonnerie; elle était percée de regards carrés de $1^m,10$ de côté, espacés de 25 à 30 mètres.

La cuvette était enduite d'une double couche de ciment de $0^m,08$ d'épaisseur au fond, et de $0^m,05$ sur les côtés.

Cet aqueduc traversait la Moselle sur un pont magnifique (pl. XI, fig. 3-4), qui fut un des plus grands ouvrages d'art exécutés par les Romains dans la Gaule; il devait avoir environ 1120 mètres de longueur, cent quatorze arches, et atteindre près de $33^m,00$ de hauteur au-dessus du niveau de la rivière.

Avant de s'engager sur ce pont, l'eau traversait, vers la tête amont, un bassin d'épuration de $6^m,40$ sur $7^m,40$ avec une cuvette centrale circulaire, en contre-bas de $0^m,30$, destinée sans doute à réunir les dépôts; on pouvait au besoin écouler les eaux et décharger les boues vers Ars.

Du grand pont, il reste actuellement sept arches entières et dix piles vers Jouy; elles ont $19^m,00$ de hauteur; les arches avaient aux naissances $5^m,46$ d'ouverture, les piles aux retombées $4^m,30$ de face et $4^m,00$ de largeur; comme les tympans n'avaient que $3^m,58$ entre les têtes, les piles faisaient latéralement une saillie de $0^m,21$; le pont étant à un seul étage, pour rem-

Digitized by Google

placer le contreventement des piles et leur donner une stabilité suffisante, celles-ci, à partir des naissances, allaient en s'élargissant dans tous les sens par des saillies successives de $0^m,16$ à $0^m,18$ et par zones ou tronçons de $3^m,30$ de hauteur; la saillie était raccordée par un talus avec la première assise du tronçon supérieur. La voûte, de $0^m,65$ de queue, était formée de deux rouleaux de voussoirs plats en pierre, soigneusement taillés, de $0^m,08$ d'épaisseur à l'intrados. Les piles et les tympans en maçonnerie de blocages étaient revêtus extérieurement d'un petit appareil rectangulaire de $0^m,08$ par $0^m,17$ en parement, et de $0^m,38$ de queue; la liaison avec le massif intérieur était parfaite. Les soubassements et les impostes étaient exécutés en plus grand appareil. La décoration était fort sobre, puisqu'elle ne comportait que les archivoltes et les impostes; mais cette simplicité ne devait rien enlever à l'effet imposant de ce grand ouvrage, qui barrait toute la vallée de la Moselle.

Les arches qu'on peut reconstituer sur les rives présentaient jusqu'à $25^m,00$ de hauteur; dans le lit de la Moselle, elles devaient s'élever au moins à $32^m,00$ ou $35^m,00$ au-dessus de l'eau.

Le canal sur le pont était double; les deux cuvettes étaient séparées par une murette de $0^m,50$ d'épaisseur; au sortir du bassin de tête, l'eau pouvait à volonté être dirigée dans l'un ou dans l'autre conduit. La pente sur le pont avait été augmentée pour obtenir une plus grande vitesse, afin que l'eau n'éprouvât pas de grandes variations de température, sur ce long parcours peu abrité : la pente avait été portée à $3^m,47$ par kilomètre.

Au temps de Montfaucon, il y a deux siècles, il restait encore dix-sept arches entières, endommagées seulement vers le haut, du côté de Jouy, et seize du côté de Gorze; on voyait des soubassements de piles dans l'eau et sur les rives; mais on cherchait alors à faire disparaître les ruines restées dans les terres pour utiliser leur emplacement. Montfaucon cite un essai de démolition d'une pile qui coûta une énorme quantité de poudre pour réduire ce bloc monolithique.

La chute de la plus grande partie de l'aqueduc a dû être provoquée, à une époque sur laquelle on n'est pas fixé, par le changement du lit de la Moselle, qui s'est créé un second bras précisément à l'emplacement de cet ouvrage; insuffisamment

Digitized by Google

enraciné, il dut provoquer des affouillements et un élargissement du lit par l'énorme rétrécissement que fit subir au débouché l'empatement de la base des piles ; avec leur accroissement successif à partir des naissances, on peut calculer qu'elles eurent de largeur de face à la base $5^m,90$, ne laissant plus entre elles qu'une ouverture de $3^m,90$; en réduisant ainsi le débouché de 60 0/0, on devait s'attendre aux plus grandes modifications du régime de la rivière, et redouter les plus graves accidents.

L'aqueduc, au sortir du pont, traversait un autre bassin circulaire qui recevait l'un et l'autre conduit, et poursuivait sa course par les plateaux d'Orly, de Saint-Privat et de Montigny; il s'engageait dans un tunnel muraillé et précédé d'un nouveau bassin de dépôt, et débouchait vers la citadelle; l'eau se distribuait ensuite dans la ville et à la naumachie; dans cette dernière, on a retrouvé une cuve en porphyre de $2^m,58$ par $1^m,56$.

La pente totale de cet aqueduc était de $22^m,25$ sur une longueur de 22 166 mètres, ce qui donnait comme pente moyenne $1^m,0025$ par kilomètre; elle était toutefois assez éloignée de rester constante, car on l'a trouvée sur certains points de $0^m,77$, et sur le grand pont de $3^m,47$.

On a pu restaurer de nos jours et utiliser pour l'approvisionnement de Metz la partie de l'aqueduc située entre les sources et le pont, qu'on a continuée par la rive gauche de la Moselle. On a effectué quelques jaugeages pour déterminer le volume autrefois débité : pour une section de $0^{m^2},648$, tracée par les concrétions de l'ancien périmètre mouillé, on a obtenu un volume de 52 675 mètres cubes par vingt-quatre heures; mais en été, les sources ne donnaient plus que 33 768 mètres cubes; le débit moyen paraît avoir dû s'élever à 43 200 mètres cubes, qui devait assurer à *Divodurum* un très-large approvisionnement.

Aqueducs de Lutèce.

Lutèce, qui n'occupait guère que la Cité et une petite largeur des deux rives, était alimentée par trois aqueducs :

1° Celui d'Auteuil, construit de 292 à 306, sous Constance Chlore;

Digitized by Google

2° Celui d'Arcueil, construit peut-être par Constance, plus probablement, vers 360, par Julien l'Apostat, en même temps que les Thermes et le palais de la rue de Laharpe;

3° Les conduites de Chaillot.

Le plus important fut l'*aqueduc d'Arcueil;* il partait de Louan, passait par Mont-Jean, Chilli, Wissous, franchissait sur un pont la petite vallée entre Arcueil et Cachan, et arrivait à Paris sur la rive gauche, après un parcours d'environ 16 kilomètres; sa pente était fort régulière et d'environ 1^{m},00 par kilomètre.

Cet aqueduc était tantôt voûté, tantôt découvert. Vers l'origine, il était couvert; la galerie était établie sur un radier de 0^{m},70 d'épaisseur; les pieds-droits, de 0^{m},50 de largeur, étaient montés à 1^{m},00 de distance l'un de l'autre et sur 1^{m},40 de hauteur, supportant une voûte de 0^{m},50 à la clef; la cuvette, de 0^{m},30 par 0^{m},30 de section, était ménagée sur le côté, en réservant une banquette de 0^{m},70 de largeur (pl. X, fig. 3); les parois de la cuvette et les pieds-droits étaient enduits jusqu'aux naissances d'une couche de 0^{m},01 de ciment de briques rouges très-fin et très-lissé. On retrouve sur la douelle de la voûte l'empreinte des couchis; elle n'avait été ni ragréée ni rejointoyée.

Sur une grande partie, le canal était découvert (pl. X, fig. 8); il était ménagé dans un massif en béton de 1^{m},20 de largeur sur 1^{m},00 de hauteur, d'une dureté et d'une solidité remarquables; la rigole avait 0^{m},35 de largeur et 0^{m},60 de profondeur; elle était recouverte d'un enduit avec solins aux angles formant deux plinthes longitudinales saillantes. Le débit devait être de 2 300 mètres cubes en vingt-quatre heures.

On retrouve des parties de galerie vers l'origine et dans le voisinage de l'aqueduc de Marie de Médicis. Cet aqueduc passait la vallée de la Bièvre sur un pont de six arcades de 8 mètres d'ouverture.

Cet aqueduc fut détruit et renversé, dit-on, au IXe siècle, dans une incursion des Normands; on n'en retrouva les vestiges qu'en 1544.

Marie de Médicis fit construire par Jacques de Brosse, de 1613 à 1624, un aqueduc presque parallèle à l'aqueduc romain, et très-rapproché de lui; il avait 13 254 mètres de longueur, et un pont de dix arcades et de 370 mètres de longueur sur la

Digitized by Google

Bièvre; la pente était fort irrégulière, et cet ouvrage ne dérivait pas des mêmes sources un volume aussi considérable que son aîné, 1 500 mètres cubes au maximum, et plutôt 1 000 seulement. Il coûta 460 000 livres. Cette construction sert aujourd'hui de soubassement à l'aqueduc de la Vanne, qui s'élève à 18 mètres au-dessus.

L'*aqueduc d'Auteuil,* dont on a retrouvé des vestiges à Gentilly, était formé d'une rigole découverte de 0m,40 de largeur, réservée dans un prisme de béton de 1m,25 de largeur et primitivement de 0m,55 de hauteur (pl. X, fig. 7); ce béton était fait de silex, de fragments de meulière avec mortier de chaux et de sable blanc; cette cuvette était tellement solide et si compacte que des tronçons de 4 et 5 mètres de longueur ont été renversés et sont tombés d'une grande hauteur sans se briser. Le fond du radier était formé d'éléments plus gros; un enduit général garnissait l'intérieur de la cuvette.

Cet aqueduc présentait sur les bords deux recharges successives de 0m,15 de hauteur, qui élevaient la hauteur totale à 0m,85, et la profondeur de la cuvette à 0m,63; le béton de la première recharge est semblable à celui du massif, et son contemporain probablement; le second est sensiblement différent.

L'*aqueduc de Chaillot* se composait d'une conduite en terre cuite de 0m,12 de diamètre et de 0m,02 d'épaisseur, noyée dans un prisme carré de 0m,40 de côté, en béton de meulière avec ciment de briques; les joints des tuyaux étaient garnis au ciment fin; les boisseaux avaient 0m,60 de longueur, et les emboîtements 0m,07 à 0m,08; ces tuyaux étaient moulés, et vernissés intérieurement.

L'aqueduc des Prés-Saint-Gervais, construit postérieurement dans le Moyen-Age, fut exécuté de la même façon.

Aqueduc de Fréjus.

Par le nombre et le développement de ses arcades, l'aqueduc de Fréjus ne le cédait en rien aux plus importants ouvrages de cette nature. L'aqueduc, construit sous Claude et réparé par Vespasien, pour le service de *Forum Julii* et de son port, pre-

Digitized by Google

nait les eaux à la Siagne, affluent du Rayran, à 40 kilomètres de distance, et les amenait sur les remparts de la ville; de là, elles se distribuaient dans la ville et dans le port.

Cet aqueduc était supporté par de nombreuses lignes d'arcades, atteignant jusqu'à 12 mètres de hauteur; au sortir de la ville, en remontant vers la source, on trouvait, sur 710 mètres de longueur, quatre-vingt-sept arcades, dont les piles étaient soutenues latéralement par de forts éperons obliques, inclinés à 1 de base pour 4 de hauteur; on rencontre plus loin un pont de cinq arches sur le vallon de Béringuet, puis neuf des quatorze arcades avec contreforts sur lesquelles le canal passait le Gargalon; plus en amont, aux arcs Escoffier, s'élèvent deux ponts voisins et distants de quelques mètres, l'un de cinq arches égales, l'autre de six inégales; l'un dut être monté en remplacement de l'autre, compromis et ébranlé, qu'on désespérait ou qu'on n'avait pas le loisir de pouvoir consolider. Plus haut encore, se voient les arcs Sénecquier, composés de quatre arches de $4^m,50$ d'ouverture et de 9 mètres de hauteur, et de deux arceaux de rive de $3^m,10$ de diamètre (pl. XI, fig. 15-16).

Les radiers étaient exécutés en béton de cailloux roulés, placés les plus gros aux couches inférieures. L'enduit en ciment de chaux et de briques pilées s'étendait en couches de $0^m,03$, bien lissées sur la surface mouillée; on le retrouve couvert de concrétions calcaires.

Les revêtements des piles et tympans et des pieds-droits de la cuvette étaient formés de moellons smillés de porphyre rouge ou de grès de l'Esterel. La cuvette, sur les ponts, était couverte de dalles carrées en terre cuite de $0^m,75$ de côté et de $0^m,075$ d'épaisseur.

Les eaux destinées au port se rendaient dans le réservoir que nous avons décrit; ce réservoir, à trois nefs, était revêtu d'un enduit très-soigné posé sur un premier hourdis en chaux et charbon pilé (procédé recommandé par Vitruve); les angles étaient renforcés par de grands solins ou congés en ciment (pl. XII, fig. 9-10-11).

Digitized by Google

Aqueducs d'Antibes.

Antibes avait deux aqueducs venant, l'un des sources du Bouillidou, près de Valauri, l'autre des sources du Brot.

Le premier, qui possédait de belles arcades, est complétement détruit.

L'aqueduc du Brot, attribué à César, avait 6 kilomètres de longueur, dont 4 940 mètres en souterrain. Il a été réparé en en 1777, par M. d'Aguillon, et sert encore.

La galerie souterraine a $0^m,65$ de largeur et $1^m,35$ de hauteur sous clef, avec des puits de regard espacés de 64 mètres et descendant jusqu'à 18 mètres de profondeur; elle est muraillée; les pieds-droits ont $0^m,50$ d'épaisseur et la voûte $0^m,66$; celle-ci est formée de trois voussoirs de $0^m,50$ de longueur et de $0^m,34$ de largeur, posés sans le secours d'aucun cintre; l'extrados a été soigneusement remblayé et bourré. On retrouve la trace de ces remplissages, faits avec une terre végétale rougeâtre qui a été prise au dehors et se distingue nettement des marnes coquillières dans lesquelles la galerie est percée. Un enduit de $0^m,03$ d'épaisseur recouvre le radier et les pieds-droits.

La pente est de $0^m,41$ par kilomètre; la veine a eu toujours à peu près $0^m,60$ de largeur et $0^m,35$ de hauteur; elle a dû fournir en tout temps environ 32 litres par seconde et 2 764 mètres cubes par jour; elle alimente aujourd'hui trois fontaines.

Aqueduc d'Arles.

L'aqueduc d'Arles était alimenté par deux branches : l'une dérivait des sources, à l'ouest des Eygalières, vers le château Romarin, passait à Saint-Remy, qu'elle dessert aujourd'hui, puis se développait sur les flancs des derniers contreforts des Alpines, par Saint-Gabriel et Fontvieille, pour atteindre Barbegal; en ce point débouchait de son côté une seconde branche venue du nord-est de Maussane. On retrouve des restes de ces deux tronçons.

Les deux branches se rejoignaient et mêlaient leurs eaux dans le grand bassin d'épuration que nous avons cité (pl. XII,

Digitized by Google

fig. 3); de là repartait un tronc commun, qui se dirigeait vers Arles, en contournant les collines de la Crau, et venait traverser dans sa moindre largeur la petite vallée secondaire ou plaine basse qui sépare la ville des hauteurs voisines; il la franchissait à l'emplacement du Pont-de-Crau actuel, sur un pont qui fut renversé par la crue du Rhône du 30 novembre 1755, et dont les fondations ont resservi pour le pont-route actuel; il y avait là un pont-aqueduc à deux étages, dont les ouvertures avaient 6 mètres de largeur et les piles 1^{m},80. L'eau traversait ensuite en tunnel les carrières des Mouleyrès, le plateau de la Major, et débouchait près de l'amphithéâtre dans un réservoir de distribution, qui envoyait une branche à Trinquetaille, sur l'autre rive du Rhône, par un tuyau mouillé en siphon dans le fleuve.

Le développement de cet aqueduc était d'environ 36 kilomètres; la cuvette était voûtée sur tout le parcours; elle avait 0^{m},97 de largeur et 1^{m},50 de hauteur.

On retrouve cinq ou six arcades bien conservées vers Barbegal; les piles sont en grand appareil jusqu'à l'imposte moulurée; les archivoltes sont en voussoirs plats, et les tympans en moellons smillés avec quelques cordons en briques. La hauteur maxima était de 10 mètres, le diamètre des ouvertures de 4^{m},50, l'épaisseur des voûtes de 0^{m},45 et celle des piles de 2^{m},80; en amont du réservoir, la cuvette était double, sans doute pour ne pas mélanger les deux sources différentes avant leur épuration dans le bassin de Barbegal.

L'aqueduc en tunnel était muraillé; il avait 0^{m},90 de largeur entre les pieds-droits et à peu près 1^{m},80 de hauteur.

On a retrouvé une très-grande partie du siphon coulé dans le Rhône.

Aqueducs de Marseille.

Marseille était alimenté par trois aqueducs; l'un d'eux venait de Septèmes, où l'on en retrouve des vestiges.

Aix.

Aix possédait quatre aqueducs; l'un, fait par Sextius, partait de Jonques et venait par Peyrolles et Meyrargues, où s'en

Digitized by Google

retrouvent des restes; un autre passait par Meyreuil, venant peut-être de Trets.

Fos.

Un aqueduc, partant d'un bassin situé sur le flanc de la colline de Mérindole, allait aboutir à Fos.

On trouvait d'autres conduites d'eau dans la région du Midi, à Apt, à Cimiez (près de Nice), à Sénas, à Orgon; à La Bâtie-Mont-Saléon (*Mons Seleucus*, Hautes-Alpes), on aperçoit les restes d'un ancien aqueduc, à la bifurcation des deux voies de Milan à Arles et à Vienne.

Vaison.

A Vaison, une conduite couverte, dont la cuvette avait $0^m,30$ de largeur et $0^m,65$ de hauteur, amenait les eaux du Groseau de Malaucène; un siphon en plomb de $0^m,16$ de diamètre leur faisait franchir l'Ouvèze pour entrer dans la ville.

Vienne.

Vienne avait trois aqueducs, presque parallèles et étagés les uns au-dessus des autres, dans la vallée de la Gère, pour desservir trois niveaux différents : le premier aqueduc prenait l'eau à 6 kilomètres en amont de la ville et se dirigeait vers les Capucins; le deuxième avait sa prise en amont de Manissol et allait vers le Collége; le troisième amenait les eaux à l'amphithéâtre. Ces aqueducs épousaient bien le sol, avaient une pente de $1^m,16$ par kilomètre, et ne présentaient d'arcades qu'au passage des torrents ou des affluents de la Gère. Ils étaient enduits avec le même ciment rouge, et offraient de distance en distance des regards de 1 mètre de côté.

Un de ces trois aqueducs, restauré, sert aujourd'hui à l'alimentation de la ville.

A cette époque, de modestes villages se construisaient des aqueducs à grande section avec des travaux d'art très-considérables; ainsi :

Digitized by Google

A Briord (Ain), un aqueduc amenait les eaux de la rivière de Brives, en passant par un tunnel de 200 mètres de longueur et de 2 mètres de hauteur sous clef, percé dans le roc vif.

Vareppe, près de Groslée (Ain), possédait un aqueduc très-curieux, qu'on attribue à Agrippa, et qui dérivait les eaux du lac de Crotel.

On retrouve encore dans le même département, à Vieux, près de Belley, un ancien aqueduc dans le roc.

En Savoie, on rencontre aussi des galeries de 1 mètre de largeur et de $1^m,60$ à $2^m,00$ de hauteur, ayant appartenu à des aqueducs de l'époque romaine, au Noyer (près du Châtelard) et à Servoz (près de Chamonix). Un aqueduc romain restauré alimente aujourd'hui Martigny (Valais).

Autun.

Autun possédait plusieurs aqueducs : l'un, celui de Montjeu, avait 4 150 mètres de longueur et $0^m,90$ de largeur; hors de la ville, il était construit en petits moellons de granit; dans la ville, il était en pierre de taille, et présentait une belle galerie de $1^m,73$ de largeur et de $1^m,93$ de hauteur. On voit à Taverney les ruines d'un autre aqueduc qui amenait à Autun les eaux de la Vèvre.

Besançon.

Il existe encore de nombreux vestiges de l'aqueduc romain qui conduisait à Besançon les eaux des sources d'Arcier, prises à 10 kilomètres; cet aqueduc a été coupé par des éboulements et des glissements d'un terrain détritique; une partie de la conduite fonctionnait cependant encore il y a trente ans.

Des vestiges d'aqueduc se voient aussi près de Mandeure.

Les villes du Nord n'étaient pas moins généralement approvisionnées d'eau.

Lillebonne.

On a découvert à Lillebonne un aqueduc de $0^m,68$ de largeur et de $0^m,87$ de hauteur, qui amenait à la ville, aux thermes

Digitized by Google

et au château, les eaux de la fontaine Pernel, au nord-est de la ville.

On a mis au jour des conduites d'eau en pierre à Rouen, des conduites en plomb à Étretat, et un aqueduc de 2 000 mètres de longueur sur la côte du Mont.

Le Mans.

Le principal aqueduc du Mans partait des Fontenelles, près de Sargé, à 4 kilomètres de la ville, et recevait en route, comme affluent, les eaux du Monet; le radier, les pieds-droits et la voûte étaient en béton de chaux, de sable, de cailloux et de pierres cassées, avec un enduit bien lissé sur le périmètre mouillé; en entrant dans la ville, pour gagner de la hauteur, le recouvrement était fait avec des dalles; les pieds-droits avaient $0^m,35$ à $0^m,38$ d'épaisseur, $0^m,60$ d'écartement et $0^m,50$ de hauteur.

Cet aqueduc fut réparé au Moyen-Age, au moyen de tuyaux en terre cuite noyés dans un massif de béton.

A 8 kilomètres du Mans, un aqueduc alimentait l'ancienne ville d'Alonnes.

Vieil-Évreux.

On a découvert au Vieil-Évreux (*Mediolanum Aulercorum*) un aqueduc de 16 kilomètres, qui avait $0^m,30$ d'épaisseur au radier, $0^m,65$ de hauteur de pieds-droits et $0^m,64$ de largeur, avec une voûte plein cintre; sur la douelle, on aperçoit encore les traces des dix couchis du cintre. On rencontre sur le parcours de cette conduite des ruines d'arcades, près du chemin de fer de Paris à Cherbourg. Dans des traversées de glaise, le radier et les pieds-droits sont maçonnés au mortier, mais la voûte est formée de trois rouleaux en pierres sèches.

Bayeux.

Bayeux recevait l'eau par un canal maçonné de $0^m,50$ de largeur et de $0^m,35$ de hauteur, recouvert de dalles jointives. On

Digitized by Google

en retrouve les traces sur les communes de Monceaux, Convert et Mondaye.

Lisieux.

L'aqueduc de Lisieux passait par Glos et Courtonne-la-Ville.

Tours.

Un aqueduc qu'on peut suivre sur la rive gauche du Cher, vers Saint-Avertin, prenait les eaux à Bléré, traversait la vallée sur un pont et débouchait dans la ville de Tours.

Luynes.

L'aqueduc qui desservait Luynes (Indre-et-Loire), avait des arcades assez irrégulières d'ouverture et de hauteur. Le principal ouvrage était un pont de 280 mètres de longueur, formé de quarante-six arches : celles-ci avaient en moyenne 3^{m},30 d'ouverture, les piles 1$_{m}$,65 de face sur 1^{m},35 d'épaisseur ; au couronnement, la largeur entre les têtes était réduite à 1^{m},00 par un double fruit latéral des faces ; la hauteur maxima était de 8^{m},50 sous clef et de 9^{m},50 au sommet. Ce fruit de 0,02 avait été impuissant à empêcher les déversements de cette construction trop élancée, et l'on avait essayé de la consolider par des pilastres plaqués, sans liaison avec le massif ; ces revêtements se sont pour la plupart décollés et sont tombés ; c'était une faute de construction, comme on en rencontre rarement d'exemples dans les ouvrages romains, d'ordinaire si bien entendus.

Bourges avait une distribution d'eau.

Poitiers.

Poitiers comptait quatre aqueducs : l'un, pour la ville basse, partait de la Cassette, à 4 kilomètres de la ville.

Un deuxième, dit de Lusignan ou du Cimeau, remontait le Clain; on en retrouve des restes ; il bifurquait pour aller vers

Digitized by Google

les sources du Cimeau et vers le Gué-aux-Rats ; à la rencontre des deux branches s'élevait un réservoir d'épuration à deux étages et à double compartiment en communication. C'était la disposition de la *piscina limaria* de l'eau Virgo à Rome.

Un troisième aqueduc, dit de Basse-Fontaine, devait traverser le faubourg et Blossac, à 4 mètres de hauteur, sur des murs et des arcades, qu'on retrouve près de la promenade de Blossac ; il allait dériver la source de la Rainière par un embranchement et un souterrain de 1 200 mètres de longueur, à 6 ou 7 mètres de profondeur, pourvu de regards-puits maçonnés.

Le quatrième était l'aqueduc de Fleury, le plus important : il amenait les sources de Bonassais, avec un développement de 25 450 mètres ; il entrait en ville sur des arcades en moellons de petit appareil avec chaînes de briques, de 5 à 8 mètres de hauteur ; sa cuvette en béton était revêtue d'un enduit très-dur et bien lissé ; cet aqueduc traversait treize vallées ; les arcs des ponts avaient de faibles ouvertures ; le pont du Petit-Mazais devait avoir 22 mètres d'élévation.

On retrouve encore, à 5 kilomètres de Poitiers, les arcs de Parigny.

Toutes les sources de ces aqueducs étaient recueillies dans des réservoirs couverts. Les pentes des aqueducs étaient assez irrégulières ; les nivellements paraissent avoir été faits assez grossièrement ou avec des instruments très-imparfaits.

On abusa des arcades, qu'on aurait pu le plus souvent ou supprimer ou considérablement diminuer.

Ces aqueducs présentaient ensemble une longueur de 57 kilomètres ; ils pouvaient, d'après les jaugeages de M. Duffaud, donner en vingt-quatre heures au minimum 3 000 mètres cubes d'eau, en temps ordinaire 12 et 15 000, et même jusqu'à 18 000 mètres cubes ; la population de *Limonum*, pouvant être alors de cinq à six mille habitants, recevait par tête un volume de 500 à 3 000 litres ; les excédants allaient aux thermes, aux villas, dont on retrouve les canaux de distribution.

Saintes.

Cet aqueduc, dit M. de Caumont, dérivait la source de Fon-Giraud, près d'Ecoyeux, à l'est de Saintes, et recevait sur

Digitized by Google

son chemin les eaux de la fontaine de Vénérand. A 6 kilomètres de la ville, à Fontcouverte, l'aqueduc franchissait un vallon sur un pont de vingt-cinq arches, de 170m,00 de longueur et de 14m,00 de hauteur maxima, qui ont donné à cette vallée le nom de Vallée-des-Arcs; il en subsistait encore quinze arches en 1661 d'après le dessin de Zeiller; maintenant il n'en reste que trois arcades et des ruines de piles, en petit appareil sans chaînes de briques; sur le plateau qui fait suite, on a retrouvé neuf puits-regards à 40m,00 de distance et de 1m,30 de diamètre, jalonnant la direction de l'aqueduc souterrain; il franchissait plus loin sur de nouvelles arcades, ruinées aujourd'hui, le vallon d'Arcoul, et débouchait au faubourg de Saintes sur la rive droite de la Charente; il traversait probablement, pour gagner la rive gauche, le pont et la porte d'Aiguères, dont le nom viendrait de *Porta aquaria*.

Rodez.

Un aqueduc de 15 kilomètres amenait à Rodez les sources de Vos, par un canal couvert de 9m,54 de largeur et de 2m,00 de hauteur; la pente était de 0m,50 par kilomètre; il traversait l'Aveyron en siphon. Il a été restauré et sert encore.

Cahors.

L'aqueduc de Cahors avait sa prise à Saint-Martin-de-Vern, à plus de 32 kilomètres; il traversait le vallon de Larroque-des-Arcs sur un pont à trois étages de près de 50m,00 de hauteur totale, tout à fait comparable au Pont-du-Gard. On voit encore à flanc de coteau les restes de ce magnifique ouvrage; on assure, dit M. de Caumont, qu'il existait encore en assez bon état à la fin du XIVe siècle.

L'aqueduc comptait plusieurs souterrains taillés dans le roc dur. Dans les parties courantes, les galeries maçonnées étaient enduites d'une couche de ciment de chaux et de petites pierres cassées, recouverte d'une autre couche de chaux et de briques pilées, et par-dessus d'un carrelage en briques plates de 0m,06 d'épaisseur.

Les parements vus des ouvrages étaient revêtus de réticulé.

Digitized by Google

Périgueux.

M. de Taillefer a reconnu plusieurs aqueducs à Périgueux : le plus important avait 8 kilomètres de longueur, et traversait le vallon du Change sur des arcades dont on a retrouvé les fondations. Les pieds-droits de la galerie avaient 0m,35 d'épaisseur et 0m,65 de hauteur, le radier 0m,25 d'épaisseur; la cuvette avait la forme d'un trapèze de 0m,30 de largeur au bas et de 6m,38 en gueule ; elle était recouverte par des dalles ; les parois en étaient soigneusement cimentées.

Toulouse.

On a retrouvé les restes de l'aqueduc qui amenait à Toulouse les sources des plateaux de l'Arduine, sur la rive gauche de la Garonne, prises à 6 ou 7m,00 mètres au-dessus du niveau de la ville ; la conduite avait 4 kilomètres de longueur, et était portée par huit cents arcades.

Bordeaux.

Il subsiste une grande partie de l'aqueduc de Villenave-d'Ornon, qui conduisait à Bordeaux les eaux de Vagres et de Léognan; on a pensé un moment à le restaurer, mais l'exhaussement général du sol de la ville n'aurait pas permis d'en tirer un bon parti.

Dax, Saint-Lizier (*Austria* ou *Lugdunum*, près de Saint-Girons), Béziers, ont conservé les ruines de leurs anciens aqueducs.

Dans la Marne, on a reconnu l'aqueduc de Jonchéry; à Bavay (Nord), un aqueduc amenait de 8 kilomètres les sources de Foursies, en traversant la Sambre.

Digitized by Google

AQUEDUCS EN GERMANIE (1) ET EN HELVÉTIE.

On peut admirer encore les restes du bel aqueduc de *Mayence*, qui garde, près de la ville, quarante piles debout; ces piles sont revêtues de réticulé avec chaînes de briques; les voûtes étaient en pierres et en briques alternées.

L'aqueduc de *Trèves* partait de la Rusver, près de Walderach; les canaux subsistent encore, mais les arcades ont été entièrement détruites.

On retrouve aussi, le long du chemin de Trèves à Cologne, un aqueduc ruiné, qui se divisa peut-être en deux branches, conduisant les eaux du massif de l'Eifel, d'une part, à Trèves, de l'autre, à Cologne. Une vieille légende raconte que cet aqueduc fut créé pour conduire à Cologne le vin de la Moselle, que Trèves produisait en quantités considérables.

Solicinium a conservé une grande partie de l'aqueduc qui lui amenait les eaux d'Obernai dans une vallée latérale du Neckar; le canal était voûté, et avait $0^{m},35$ de largeur et $0^{m},50$ de hauteur; les pieds-droits étaient construits en pierres plates triangulaires.

A Windisch (*Vindonissa*), un ancien aqueduc romain amène encore l'eau au couvent de Kœnigsfelden; il traverse la Birrfeld.

AQUEDUCS EN ESPAGNE.

L'Espagne ne fut pas moins richement dotée que la Gaule; elle a précieusement conservé de beaux témoins de l'art antique, qu'elle peut présenter avec orgueil, à côté de ses ponts, à côté des beaux aqueducs de Nîmes, de Lyon, de Metz ou de Cahors.

---

(1) En dehors des voies et chaussées de la Flandre, au cours de cette étude, nous n'avons jamais signalé d'ouvrages dans la partie de la Gaule romaine qui correspond aux Pays-Bas : c'est qu'on n'a encore retrouvé dans cette région aucun monument de l'occupation romaine, ni aucune trace du passage des légions de Drusus, de Germanicus et de Caligula.

Digitized by Google

Ségovie.

Ségovie fut une très-grande cité romaine; l'aqueduc qui l'alimentait et qui fonctionne encore, peut être cité comme une des merveilles de la construction antique. Élevé vers +109, sous Trajan, il dérivait l'eau d'un ruisseau éloigné de 17 kilomètres, pris à la montagne de Fuenfria, rameau de la Sierra-de-Guadarrama; il l'amenait par un canal de 15 kilomètres, sur huit desquels il restait découvert, à la traversée de l'épaisse forêt de Valsain; sur les sept autres, il se développait à travers la plaine jusqu'à la tour de Caseron; à partir de ce point, l'eau poursuivait sa course dans un canal porté par un massif de maçonnerie de 772 mètres de longueur, et débouchait dans un bassin de dépôt; au sortir de là, elle s'engageait sur un magnifique pont-aqueduc de cent dix-neuf arcades et de 818 mètres de longueur, qui traverse la vallée, le faubourg et la ville, dominés par son second étage, et vient déboucher vers l'Alcazar; le premier étage a 276 mètres de longueur; la hauteur varie de 7^{m},00 à 28^{m},50; il est construit en pierres de grand appareil, à joints précis, sans ciment, formant parpaings pour la plupart, et donnant à l'ensemble une solidité inébranlable (pl. XI, fig. 13-14). Cet ouvrage est en même temps d'une légèreté et d'une hardiesse extrêmes. Les piles ont 1^{m},83 de face et 2^{m},50 entre les têtes; les ouvertures ont 5^{m},04; l'épaisseur à la clef est de 0^{m},85; les deux étages, sans retraites latérales, ont, comme la cuvette supérieure, 2^{m},50 de largeur entre les têtes; malgré le défaut d'appui latéral, aucun mouvement de déversement ne s'est produit. Les piles ont des soubassements et des impostes saillants, sans moulures; la même simplicité règne aux archivoltes des voûtes, extradossées parallèlement. La cuvette forme un attique, bien marqué par des plinthes et des bandeaux.

L'aqueduc fait en plan un angle brisé au commencement du double étage. Il distribuait l'eau sur son chemin avant de la rendre au réservoir de la ville.

Ce pont fut coupé au XVe siècle sur une longueur de 200 mètres; la conduite fut d'abord rétablie sur cette brèche au moyen d'un chenal en charpente; Isabelle la Catholique fit

Digitized by Google

refaire la maçonnerie de la coupure; la partie restaurée a cédé et a demandé à être consolidée, quand le vieil ouvrage romain, plus vieux de quinze siècles, est resté ferme et intact comme au premier jour; la superstition populaire en attribue la construction à une puissance surnaturelle et l'appelle le *Pont-du-Diable*.

Tarragone.

Tarragone eut, pour l'approvisionnement de son million d'habitants, un fort bel aqueduc, qui s'est conservé sur une très-grande partie de sa longueur; il dérivait les eaux du rio Gaya, à 8 kilomètres à l'est, par des galeries souterraines, et les amenait dans la ville par le pont de las Ferreras (appelé encore *Puente-del-Diablo*); ce pont, dont Pline attribue la construction à Scipion, en — 210, a 27 mètres de plus grande hauteur, et deux étages aussi; le premier étage présente onze arcades avec des piliers en tronc de pyramide de $3^m,30$ à la base, et de $1^m,60$ aux naissances, supportant des voûtes en plein cintre de $6^m,30$ d'ouverture; le second étage compte vingt-cinq arcades montées sur des piliers verticaux, avec les mêmes ouvertures. Ce pont, construit également en grand appareil, à joints précis et bossages bruts entre ciselures, s'est parfaitement conservé.

On retrouve, entre ce pont et la ville, près du chemin *del Angel*, une partie de la conduite en souterrain, mais on perd la trace de la distribution dans la ville même.

Chelves.

L'aqueduc de Chelves dérivait l'eau du Guadalaviar, et l'amenait à Liria et à Sagonte (Murviédro). Il sert de pont aujourd'hui.

Séville.

On rencontre à Séville les traces d'un bel aqueduc romain.

Digitized by Google

Mérida.

Mérida fut une splendide cité sous les Romains; elle était approvisionnée d'eau par deux aqueducs : l'un, bien conservé et réparé, sert encore de nos jours; il amène l'eau de 6 kilomètres de distance, en passant en chemin sur cent quarante arcades.

L'autre, construit par Caricius, lieutenant d'Auguste, et ruiné aujourd'hui, comptait de plus importants ouvrages, entre autres un pont à trois étages de 25 mètres de hauteur, dont il reste dix arches et trente piles, appelées *los Milagros,* en assises de briques et de pierre alternées. Ces aqueducs alimentaient la ville et la naumachie; ils déversaient leurs eaux dans un grand bassin antique retrouvé.

Pour de simples *castra,* on faisait des ouvrages très-considérables : ainsi, Trajan amena l'eau à Consuegra (*Consaburum*) par un aqueduc de 20 kilomètres; pour Calahorra (*Calagurris*), un aqueduc dérivait l'eau de Lodosa, en traversant l'Ebre.

En Portugal, on trouve de belles traces de constructions romaines.

A Elvas, on voit de belles citernes alimentées par un aqueduc de 30 kilomètres, attribué aux Romains; ce dernier est peut-être mauresque, comme le beau pont de 83 mètres de hauteur, à quatre étages, qui s'élève sur son parcours.

Cintra conserve une belle citerne en pierre de taille, souvent attribuée aux Maures, mais due plutôt aux Romains; elle est voûtée, et présente une longueur de 16 mètres sur $5^{m},50$ de largeur.

Évora se sert encore d'un aqueduc de 4 kilomètres, construit par Sertorius.

On rencontre aussi des ruines d'aqueduc à Béja.

Digitized by Google

AQUEDUCS EN AFRIQUE.

Le besoin d'eau était bien plus pressant encore en Afrique (1); pour le satisfaire, on éleva partout de magnifiques constructions; ces œuvres de la prévoyance antique, respectées pieusement par les générations successives, qui en profitaient, sont parvenues en grand nombre jusqu'à nous, et fonctionnent souvent encore. Comme le problème présentait une solution plus difficile que partout ailleurs, on ne recula pas devant les plus énormes dépenses; aussi trouverons-nous là des travaux entrepris sur une plus grande échelle et dignes de nous étonner, même après les ouvrages admirables que nous venons de laisser dans l'ancien continent.

Les citernes destinées à emmagasiner l'eau pendant de longs mois prennent aussi des proportions sensiblement plus grandes; très-solidement construites, elles ont presque toutes subsisté.

Arzew (*Portus Magnus*) a gardé de belles citernes cubiques en briques et ciment, qui recevaient l'eau d'un aqueduc ruiné.

On en retrouve d'autres à Tenès (*Cartenna*) et, près de là, un aqueduc de 2 500 mètres à Yer'roum (*Arsenaria*).

L'aqueduc romain d'El-Esnam ou Orléansville (*Castellum Tingitii*) a été réparé et remis en service en 1843.

Près de l'Oued-Tar'ia, aux ruines de *Tigaudia Municipium*, un aqueduc très-long, et sur bien des points absolument intact, dérivait les eaux de la rivière.

Cherchell (*Cæsarea*) possédait de belles citernes couvertes, emmagasinant 2 000 mètres cubes d'eau; elles ont été réparées et servent de fondation à la caserne. A Zurich, près de Cherchell, on voit encore les restes imposants d'un pont-aqueduc à trois étages, en grand appareil, et, plus loin, de petits aqueducs secondaires, qui amenaient de 32 kilomètres l'eau à l'ancienne Césarée.

---

(1) Dans les cartes de Ptolémée, l'existence d'approvisionnements d'eau dans les ports est soigneusement consignée; on trouve ainsi cette notation pour *Leptis*:

« LEPTIS, *portus*, *turris*, *aqua*. »

Digitized by Google

Tefesed (*Tipasa*) conserve de beaux réservoirs voûtés près du port, et l'aqueduc qui les alimentait en venant de Marengo.

Alger (*Icosium*) avait quatre aqueducs, qui ont été appropriés aux usages actuels.

Kouko (*Turaphilum*) et Aumale (*Auzia*) ont aussi des citernes romaines; Médéah (*ad Medias*) garde encore son vieil aqueduc, et Sour-Djouab (*Rapidi*) en montre un autre qui lui amenait de 2 kilomètres les sources de l'Aïn-Adjena.

Claude fit exécuter à El-Kadra (*Oppidum novum*) un aqueduc pour dériver les eaux de l'Aïn-el-Kadra.

A Zédin se voient les traces d'une conduite d'eau qui alimentait une ville disparue; on retrouve de belles citernes à Sidi-Soussan.

Bougie a conservé de beaux bassins antiques; à 15 kilomètres de distance, on aperçoit à Taguemont les ruines de la conduite qui lui envoyait les eaux de l'Aïn-Arbalou et de la montagne de Toudja, à 25 kilomètres de Bougie, avec des regards et des abreuvoirs sur sa route.

Tiklat (*Tubusuptus*) peut montrer aussi un très-grand réservoir à quinze compartiments, chacun de $4^m,15$ de largeur, de $30^m,60$ de longueur et de $6^m,00$ de hauteur du radier aux naissances.

Philippeville nous offre les belles citernes du Fort-Napoléon, alimentées par les barrages de la rivière Bou-Melek; l'eau se clarifiait en passant successivement des unes dans les autres.

Gastonville avait aussi de vastes réservoirs.

Constantine disposait d'une magnifique distribution d'eau, assurée par trente-deux citernes, aujourd'hui restaurées. Un groupe de vingt-deux bassins recevait les eaux amenées du Physgiah; on en retrouve encore à la Kasbah.

Un autre aqueduc, partant du Djebel-Ouach, à 12 kilomètres à l'est, et à 1 300 mètres de hauteur, alimentait des citernes placées sur le plateau de Mansourah; l'eau passait dans la ville par un siphon descendant sur le pont du Rummel.

Un troisième aqueduc conduisait dans les citernes de la ville les eaux du Bou-Merzoug et passait le Rummel sur un beau pont de 20 mètres de hauteur, à trois étages, dont il reste cinq

Digitized by Google

arceaux en pierre de grand appareil, entre Djebel-Guérioun et Koudiat'Aty.

Des réservoirs et citernes, l'eau se distribuait dans la ville par des tuyaux en terre cuite, marqués aux noms de quatre fabricants différents.

Lambessa conserve les restes de l'aqueduc qui lui amenait les eaux de l'Aïn-Boubena.

Une conduite de 8 kilomètres, partant de l'Aïn-Soltan, alimentait Zana (*Diana Veteranorum*). Liana présente encore des amorces de galeries souterraines.

Tebessa, qui fut une des villes les plus importantes de l'Afrique, fut dotée de plusieurs aqueducs. L'un, de 0^{m},80 de largeur et de 1^{m},30 de hauteur, conduisait les eaux de l'Aïn-Chela; un autre, aujourd'hui restauré, dérivait les eaux de l'Aïn-el-Bled, à raison de 35 litres par seconde, les amenait dans un bassin d'épuration, d'où les prenait un siphon pour leur faire traverser le ravin, et les rendre à une autre conduite qui débouchait dans la ville.

Parmi les beaux réservoirs d'Announa (*Tibili*), on en voit un de 55 mètres de longueur.

Bône se sert encore aujourd'hui de belles citernes romaines, remises en état et alimentées par les sources du Mont Édough.

Carthage.

L'aqueduc est le seul monument de l'ancienne Carthage, qui ait en partie survécu; il conduisait les sources du Djougar, par Zawouan, et les faisait passer sur de beaux arceaux, aujourd'hui partiellement restaurés de place en place; on aperçoit ces lignes magnifiques d'arcades au fond du golfe de Tunis, vers El-Baheïra. La prise est à trois journées de marche, soit à près de 125 kilomètres de distance.

En tête de l'aqueduc se trouve encore le monument des sources : il se compose d'un premier bassin collecteur, qui reçoit la source par trois conduits; l'eau passe ensuite dans un second réservoir de départ, carré et plus grand, de 9 mètres d

Digitized by Google

côté; le tout est enfermé dans une enceinte rectangulaire de 19m,60 de largeur sur 24m,10 de longueur.

La conduite d'amenée était formée par une galerie de 0m,50 de largeur et de 1 mètre de hauteur; elle passait sur de nombreuses lignes d'arcades, qui s'élèvent souvent sur deux étages jusqu'à 33 mètres de hauteur, et présentent des ouvertures égales, des faces d'aplomb sans fruit, ni cordon, ni retraite, et décorées par de simples archivoltes.

On a utilisé partiellement ces anciens ouvrages pour amener les mêmes sources à Tunis; ces travaux ont été entrepris par deux Français, sous les ordres de Mohamed-Bey, et ensuite de Sidi-Saddock-Bey; on a remplacé les passages, sur les arcades trop complétement ruinées, par des siphons et des conduites forcées.

Autrefois, les eaux se rendaient à Carthage dans de magnifiques citernes voûtées; quinze d'entre elles présentent 145 mètres de longueur; l'eau se distribuait ensuite dans la ville par des caniveaux taillés dans la pierre, et se rendait au port par des tuyaux en plomb, retrouvés par M. Beulé; ces tuyaux, de 3m,20 de longueur, étaient formés d'une feuille de plomb soudée de 0m,01 d'épaisseur et de 0m,25 de développement.

Ce magnifique aqueduc de la Carthage punique a été détruit beaucoup moins par le temps que par la rage des vainqueurs, les soldats de Scipion; à la reconstitution de la Carthage romaine, de Mandracium, on reconstruisit pour la ville nouvelle un aqueduc, indiqué dans la Carte de Ptolémée comme postérieur au précédent, et dû peut-être à Hadrien; ce fut évidemment l'œuvre romaine; cet aqueduc venait du sud et dérivait probablement les eaux de l'Oued-Melian (*Catadas*).

La Tunisie nous offre encore d'autres beaux souvenirs de l'art antique.

Soussa a conservé une belle citerne à huit compartiments de 86 mètres de longueur et de 6 mètres de largeur chacun.

A Dimas, on voit aussi vingt-cinq réservoirs de 2m,92 de largeur et de 53 à 66 mètres de longueur, avec le canal qui leur amenait les eaux du plateau voisin.

Digitized by Google

Dans les environs de El-Mahédiah (*Aphrodisium*), les citernes étaient placées sur les plateaux, à quelque distance, et envoyaient les eaux pour le service de la ville dans un réservoir souterrain de 25 mètres de longueur, de 12 mètres de largeur et de 8 mètres de profondeur.

Dans la régence de Tripoli, on retrouve, à Makter, un long pont-aqueduc, dont vingt arches sont encore debout.

AQUEDUCS EN ASIE.

Dans la Palestine, Anazarbe (*Cæsarea*) avait un aqueduc fort curieux; il se divisait en deux branches, l'une de 12 kilomètres, l'autre de 20, entièrement construites sur arcades en pierre de taille, de 10 mètres de hauteur.

L'aqueduc de Beirouth passait le Nahr-Beirouth sur un pont à trois étages, de 200^{m},00 de longueur et de 50^{m},00 de hauteur; l'étage supérieur est seul ruiné aujourd'hui et rompu par le milieu; il est construit en grand appareil, sans ciment, et rappelle beaucoup le Pont-du-Gard.

L'Asie Mineure n'avait pas été oubliée.

Dans la Cilicie, Adana possédait un bel aqueduc avec arcades, qui dut être construit par Justinien; ce dernier en fit exécuter un autre à Mopsueste, en pierre de taille et en briques, en même temps qu'il faisait réparer les ponts de ces deux villes.

Selefké (*Seleucia*) a conservé deux citernes carrées, accouplées et séparées par un mur plein, de 2^{m},00 d'épaisseur; elles ont 22^{m},85 de côté et 10^{m},16 de profondeur.

On peut admirer à Lamas un beau pont-aqueduc à deux étages; le second étage a de petites arcades; il dérivait le Lamas-Sou. On retrouve encore de belles ruines d'aqueduc à Anamour (*Anemurium*).

Oudna (*Uthina*) a gardé sept magnifiques citernes, dont six sont parallèles et la septième est placée transversalement; elles ont 36^{m},00 de longueur, 4^{m},50 de largeur et 12^{m},00 de hauteur sous clef; elles sont montées sur des piliers; elles étaient alimentées par un aqueduc, dont on retrouve encore sept arcades en grand appareil.

Digitized by Google

Sinope avait un aqueduc de 20 kilomètres ; Nicomédie s'en donna jusqu'à trois : l'un deux coûta 7 millions. On en trouvait encore à Smyrne, à Samos, à Salone. Chosroès, roi de Perse, en fit construire un très-remarquable à Pétra, en Mingrélie.

AQUEDUCS DE BIZANCE.

Byzance put très-difficilement se procurer un volume d'eau à peine suffisant pour les besoins de ses habitants.

Dès que l'ancien Empire eut été divisé, Valens, qui reçut l'Orient en 364, s'empressa de faire construire un aqueduc pour alimenter d'eau sa nouvelle capitale. Justinien en fit faire deux nouveaux, celui qui porte son nom et celui de Bourgas ; les deux autres, l'un appelé le *long aqueduc* et l'autre *aqueduc de Péra*, ne furent exécutés qu'aux XIe et XIIe siècles.

1° Pour alimenter l'*aqueduc de Valens*, on établit six réservoirs, en barrant de petites vallées secondaires des Montagnes-Noires et deux ruisseaux, Barbysès et Cydarès ; les eaux étaient amenées ensuite de 24 kilomètres de distance, par des conduites franchissant les vallées au moyen de siphons (*souterazi*) ; dans le but de suppléer aux ventouses à flotteur pour le dégagement de l'air, on établit sur la route des *columnaria*, tuyaux ascensionnels laissant dégager l'air et déversant l'eau dans des bassins, d'où elle repartait par un nouveau siphon.

Cet aqueduc de Valens comptait cependant 1 200 mètres d'arcades, de 24^{m},00 de hauteur en deux étages. Il amenait du Mont Hœmus environ 12 000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures. Les quatre autres, exécutés par la suite, doublèrent à peu près cet approvisionnement.

2° L'*aqueduc de Bourgas* (*Pyrgos*), attribué à Justinien, présente sur son parcours, à 12 kilomètres à l'est de Constantinople, un magnifique pont, d'une hauteur totale de 35^{m},00 ; il a deux étages, le premier de 140^{m},00 de longueur, le second de 240^{m},00 ; construit vers 540, à peu près au moment où Théodoric élevait à l'Occident son pont de Spolète, il a pris aussi le caractère ogival, inspiré aux uns et aux autres par le contact avec la Perse, qui de bonne heure le vulgarisa ; mais, à part ce

Digitized by Google

trait commun, les deux ouvrages diffèrent d'ailleurs aussi complétement que possible, en personnifiant deux génies bien différents : tandis que tout s'élève à l'Occident avec une hardiesse sans égale, comme le jeune royaume que Théodoric vient de fonder, à l'Orient, les Romains du Bas-Empire, sentant tout crouler sous leurs pieds, s'entourent de forteresses innombrables pour étayer leur impuissance et conjurer la ruine qui les menace ; et, sur ce modèle, ils ne savent plus rien créer que d'une lourdeur massive et écrasante. C'est le caractère qui apparaissait déjà dans les dernières créations de Julien, dans son aqueduc d'Arcueil, que Marie de Médicis a si malheureusement copié ; on le retrouve plus frappant encore dans l'aqueduc de Bourgas, où chaque étage ne compte plus que quatre arcades ogivales surbaissées, celles du bas de 17^{m},35 d'ouverture et de 15^{m},00 de hauteur sous clef, celles du second étage de 13^{m},50 d'ouverture et de 12^{m},35 de hauteur ; les piles qui supportent ces arcades ont 13^{m},50 d'épaisseur, et sont élégies parallèlement aux grands arcs par des ouvertures ogivales plus petites, de 5^{m},00 de diamètre en bas et de 3^{m},60 en haut. Les voûtes du premier étage ont 1^{m},20 d'épaisseur, celles du second 1^{m},00 ; les deux étages sont en retraite l'un sur l'autre, l'un présentant 8^{m},00, l'autre 4^{m},00 de largeur entre les têtes ; les piles sont encore soutenues en amont et en aval par de très-larges et très-épais contreforts, au fruit de 1 de base pour 7 de hauteur, appuyés sur de grands soubassements formant des becs saillants de 6^{m},00 sur les faces des têtes. Les grandes et les petites ouvertures se prolongent par des murs en aile, qui abattent en pans coupés les faces latérales de ces contreforts saillants. Un passage libre est ménagé au niveau du premier étage, par des baies transversales pratiquées dans les piles du second étage ; par des escaliers ménagés aux deux extrémités, on regagne le niveau du terrain supérieur.

La cuvette a 0^{m},65 de largeur et 1^{m},35 de profondeur ; elle est couverte par de grandes dalles ou chaperons à deux pentes.

3° L'autre aqueduc, attribué à Justinien, présente comme ouvrage remarquable un pont de 342^{m},00, avec arcades à trois étages de 35^{m},00 de hauteur.

Digitized by Google

4. Le *long aqueduc*, créé dans le XIe siècle, a, de son côté, une longue ligne d'arcades de 716^{m},00 à deux étages et de 26^{m},00 de hauteur.

5° L'*aqueduc de Péra*, construit au XIIe siècle, comprend un ouvrage à un seul étage de 29^{m},00 de hauteur et de 420^{m},00 de longueur.

Tous ces aqueducs n'assurent guère aujourd'hui, à Constantinople (800 000 habitants), qu'une alimentation de 20 à 25 litres par habitant.

AQUEDUCS EN CORSE ET EN SARDAIGNE.

Ces grandes et utiles constructions romaines s'élevèrent partout.

En Corse, on en trouve de beaux restes à Mariana et à Golo.

En Sardaigne, on en recontre également sur l'emplacement de l'ancienne *Neapolis* et à Nora; mais le plus bel ouvrage que le continent pût lui envier, était le bel aqueduc de Cagliari (*Calaris*), amenant de Domus-Novas, à 45 kilomètres de distance, par une galerie de 1^{m},80 de hauteur, une eau excellente à de belles citernes taillées dans le roc et cimentées; on a proposé de le remettre en usage, mais sa réfection aurait coûté 2 millions.

GRANDS AQUEDUCS DU MOYEN-AGE ET DES TEMPS MODERNES.

Il est intéressant de montrer les efforts qui furent tentés, un peu partout, dans les siècles suivants, pour égaler les Romains; plus que tous les autres ouvrages, les aqueducs eurent, par les services directs qu'ils rendirent aux populations, le privilége d'exciter leur admiration et leur reconnaissance, et de séduire, à ce titre, l'orgueil des souverains. Malgré cet appât, on ne rencontre dans le Moyen-Age que des essais isolés, et

Digitized by Google

les conceptions les plus vastes de cette longue époque ne dépassent pas l'importance que les Romains donnaient à leurs ouvrages ordinaires; ce sont, après eux, de fastueuses entreprises exécutées sur des points bien en vue, dans le voisinage des capitales, autant pour la gloire du chef de l'État que pour le bien-être de ses sujets; mais nous ne trouvons plus nulle part cet ensemble immense de travaux couvrant tout le territoire, dotant la simple bourgade comme la grande ville, n'oubliant pas le dernier village, traité souvent comme beaucoup de nos grandes cités ne le sont pas de nos jours.

Pour améliorer cette situation, qui resta très-précaire depuis l'époque romaine jusqu'à notre temps, il fallut que le concours des machines à vapeur ou hydrauliques vînt permettre, au prix de moindres dépenses de premier établissement, en échange toutefois de sacrifices annuels plus grands, de vulgariser les distributions d'eau, d'en généraliser les bienfaits, tout en laissant encore beaucoup à faire pour nous mettre au niveau de la situation romaine.

Aqueduc de Spolète.

En 541, Théodoric, roi des Visigoths, maître de l'Italie, voulut lui rendre une prospérité qu'elle ne connaissait plus depuis deux ou trois siècles; il répara les édifices publics, fit exécuter des défrichements, des desséchements de marais, et reprendre l'exploitation des mines.

Parmi les plus remarquables monuments qu'il ait fait élever, on peut citer l'aqueduc de Spolète, avec son pont sans rival, joignant la montagne Saint-François à la ville par-dessus le torrent de la Moragia. Son premier étage, à 112^{m},60 au-dessus de l'eau, porte une route et soutient un second étage de 21^{m},00, affecté au passage de l'eau; la hauteur totale de l'édifice est donc de 133^{m},60.

Le premier étage présente dix arches ogivales de 22^{m},30 d'ouverture, soutenues par des piliers élancés, sans fruit ni contrefort, de 4^{m},00 d'épaisseur et de 13^{m},60 de largeur entre les têtes; les voûtes ont 2^{m},00 d'épaisseur et 17^{m},50 de hauteur des naissances à la clef. Le second étage compte trente arceaux

Digitized by Google

gothiques, correspondant par groupes de trois aux arches du premier étage; leurs piles ont 12^{m},00 de hauteur jusqu'aux naissances, et 2^{m},80 d'épaisseur; les arceaux ont 6^{m},00 d'ouverture et 4^{m},00 de montée. La longueur totale du pont est de 253^{m},60.

Cet ouvrage se présente avec une légèreté et une sveltesse extrêmes; le rapport du vide à la surface totale est de 0^{m},70, et celui du vide au plein de 2^{m},30; mais la charge par centimètre carré, à la base des piles, est considérable : elle atteint 45 kilogrammes; bien que ce soit là une limite dangereuse, dont nous restons de nos jours prudemment très-éloignés, cet ouvrage s'est admirablement conservé et sert encore.

Elvas.

Les Maures, qui furent très-habiles dans l'art de conduire les eaux, laissèrent de belles traces de leur passage en Espagne: l'aqueduc d'Elvas, d'une longueur de 30 kilomètres, est marqué par un pont à quatre étages, de 83^{m},00 de hauteur, digne d'être cité à côté de l'aqueduc de Spolète et des chefs-d'œuvre romains.

Coutances.

Coutances eut un bel aqueduc, construit au XIVe siècle; il présentait, à la traversée d'un vallon, au nord-ouest de la ville, une belle ligne de cent soixante-dix arcades gothiques de 621^{m},00 de longueur, de 15^{m},20 de hauteur maxima et de 10^{m},00 d'ouverture. Il en restait quinze arches à une époque assez récente.

Il faut arriver au XVIIe siècle pour rencontrer de grands travaux hydrauliques. On trouve bien, dans la seconde moitié du Moyen-Age et à l'origine des Temps modernes, de grands ouvrages, ponts, canaux de navigation ou d'irrigation, etc., exécutés par des associations civiles ou religieuses, par des particuliers, en retour de concessions à péage d'une perception facile, mais on ne songea pas à appliquer ce système aux distributions d'eau potable; la difficulté d'en régler la répartition, de fixer les redevances, semble avoir paralysé toute initiative dans

Digitized by Google

ce sens; on ne fit guère que des aqueducs particuliers pour le service de certains palais, hospices ou monastères; en 1669, Paris ne recevait encore, en certains moments, que 466 mètres cubes d'eau, affectés à des services privés; cette quantité était fournie par les conduites de Belleville et des Prés-Saint-Gervais, et par l'aqueduc d'Arcueil.

Aqueduc d'Arcueil.

Marie de Médicis fit, en 1613, reconstruire l'aqueduc d'Arcueil; ces travaux, confiés à Jacques de Brosse, ne furent terminés qu'en 1634; cet aqueduc suivait à peu près l'aqueduc de Julien; il eut 13 254 mètres de longueur; à la traversée de la Bièvre, on construisit un pont de 22^{m},00 de hauteur et de 370^{m},00 de longueur; cet ouvrage forme un lourd massif à peine élégi par dix arcades basses de 4^{m},00 à 8^{m},00 d'ouverture, soutenu par des pilastres, et orné de cordons et de modillons. Le rapport du vide au plein n'est là que de 0^{m},083, et celui du vide à la surface totale de 0^{m},076. Aucun ouvrage ancien ou moderne n'offre l'exemple d'une lourdeur pareille. La largeur de la cuvette entre les têtes est de 2^{m},25, entre les pieds-droits de 1^{m},00; comme pour les galeries voûtées de l'aqueduc romain, sur le côté d'une banquette de 0^{m},50 de largeur, est établie la cuvette de 0^{m},40 de profondeur et de 0^{m},50 de largeur. La hauteur de la clef au-dessus de la banquette est de 1^{m},50; la galerie est couverte d'une voûte extradossée en chaperon. Cet aqueduc passait pour amener de 15 à 1 600 mètres cubes par vingt-quatre heures, mais il descendait beaucoup plus bas, ne donnant parfois que de 500 à 1 000 mètres, avec le concours des sources du Nord. De notre temps, on ne compte pas sur plus de 1 000 mètres. Sa pente est assez peu régulière, et, à beaucoup d'égards, il n'a pas réalisé un progrès sur son modèle voisin de l'époque romaine.

Il sert aujourd'hui de soubassement au long aqueduc de la Vanne, qui élève sa cuvette à 18^{m},00 plus haut, et forme un second étage de quatre-vingt-quatre arcades et de 990^{m},40 de longueur; les piles et les faces de ce dernier ouvrage, établies en continuation des piles et des têtes de l'aqueduc de Médicis, portent une conduite circulaire de 2^{m},04 de diamètre, comprise

Digitized by Google

entre des têtes distantes de 3m,44. Un sentier couronne le cerveau de cette conduite.

Aqueduc de Maintenon.

Au milieu des succès et des gloires de son règne, Louis XIV eut l'orgueil de laisser une œuvre qui égalât ce que les Romains avaient fait de plus grand : il voulut amener à Versailles, et même à Paris, les eaux de l'Eure par un aqueduc gigantesque.

Le projet, étudié par Lahire, prenait l'eau à Pontgouin, à 40 kilomètres de Chartres, et la conduisait par Hatonville, Fleur-Fontaine, Saint-Aubin, Sénermont, Saint-Germain, Chéleville et Maintenon, sur 48 000 mètres, par un canal découvert; l'eau passait ensuite sur un pont de 4 600 mètres de longueur, pour continuer sa course par La Coudraye, Hautemaison, l'Étang de la Tour, l'Étang de Port-Royal, et déboucher sur le plateau de Satory; la longueur totale à ce point eût été de 115 334 mètres; par la suite, on devait continuer l'aqueduc par Saint-Cloud jusqu'à Paris.

La différence de niveau entre la prise et le plateau de Satory était de 24m,36, et le réservoir se trouvait à 13m,00 au-dessus de la Cour de Marbre; la pente de l'aqueduc devait être de 0m,211 par kilomètre.

L'œuvre capitale eût été le pont-aqueduc de Maintenon, qui se fût élevé, sur trois étages, à 73m,00 de hauteur.

Le premier étage aurait eu 29m,00 de hauteur, quarante-sept arcades, 1000 mètres de longueur, 15m,50 de largeur entre les têtes à la base, et 14m,50 au sommet;

Le deuxième étage, 26m,00 de hauteur, cent quatre-vingt-quinze arcades et 4140 mètres de longueur, avec 10m,00 de largeur à la base et 9m,20 au sommet;

Le troisième enfin, 18m,00 de hauteur, trois cent quatre-vingt-dix arcades, 4140 mètres de longueur, 7m,00 de largeur au pied et 6m,50 au couronnement.

La cuvette devait avoir 2m,00 de longueur et 1m,25 de largeur, avec de larges solins aux angles.

Le fruit transversal prévu pour chaque étage était de 1,5 pour 100; des éperons-contreforts de 4m,00 de largeur et de 2m,00

Digitized by Google

de saillie moyenne, auraient soutenu les piles, larges de 8m,00 sur leur face; le fruit général latéral aurait été d'environ 1/15e.

Les arcs des deux premiers étages étaient projetés à 13m,00 d'ouverture; pour le troisième, les arcades devaient être accouplées deux à deux et recevoir 6m,00 de diamètre.

Des baies percées dans les piles devaient permettre la circulation dans le sens longitudinal.

La cuvette découverte eût été flanquée de deux banquettes avec des parapets.

On devait laisser dans le parement des bossages saillants; les voûtes devaient être extradossées à carreaux et boutisses, avec des clefs saillantes bien accusées.

Les travaux furent commencés en 1686, sous la direction de Vauban, et attaqués simultanément sur plusieurs points; le pont fut commencé et conduit jusqu'aux naissances du premier étage; en 1688, il avait coûté déjà 22 millions et le travail de trente-six mille soldats et de six mille chevaux, au dire de Saint-Simon; les maladies, les fièvres décimaient les travailleurs. Il fallut abandonner cette fastueuse entreprise. La fortune et le succès commençaient à ne plus guère sourire au grand roi.

Avec 1m,00 de hauteur de la lame d'eau, cet aqueduc aurait amené, d'après la formule de M. Bazin, 1m3,400lit. par seconde ou 121 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Aqueduc de Civita-Castellana.

Près de Viterbe, on voit encore sur le rio Maggiore le pont de Civita-Castellana, qui, semblable au pont de Spolète, donne passage à une ancienne chaussée et à un aqueduc; sa hauteur est de 56m,00 au-dessus de l'eau, sa longueur de 256m,00 et sa largeur entre les têtes de 10m,00.

Il présente neuf arcades en plein cintre : trois médianes de 26m,30 d'ouverture et six latérales de 19m,50; les piles, de 8m,50 de largeur, sont renforcées par des éperons obliques de 4m,50 de largeur; les voûtes ont 2m,00 d'épaisseur.

Au-dessus du premier étage, de 40m,00 d'élévation, s'en élève, pour le passage des eaux, un second de 16m,00 de hauteur,

Digitized by Google

porté par des piles de $2^m,70$ d'épaisseur, avec des arcades de $6^m,00$ d'ouverture et des voûtes de $1^m,20$ à la clef.

Aqueduc de Caserte.

L'aqueduc de Caserte a été fait par Charles III, roi de Naples, ou plutôt par Caroline de Naples, en 1753, sur les plans de Van-Vitelli. Il s'étend dans la plaine de Capoue au nord de Naples, sur 42 266 mètres de longueur avec une pente de $0^m,204$ par kilomètre.

Au passage de la vallée de Monte di Gazzano, il offre un beau pont à trois étages, dit *ponte di Maddaloni* ou *ponte della Valle*, de $539^m,00$ de longueur et de $57^m,82$ de hauteur.

L'étage inférieur a dix-sept arcades de $17^m,80$ de hauteur et de $6^m,70$ de largeur.

L'étage moyen présente vingt-sept arcades de $18^m,00$ de hauteur et de $6^m,00$ de largeur.

L'étage supérieur compte quarante-trois arcades de $20^m,00$ de hauteur et de $4^m,00$ de largeur entre les têtes.

La cuvette découverte, formant attique, a $2^m,50$ de hauteur avec ses bandeaux et sa corniche. Les arcades sont groupées deux à deux et séparées par des contreforts-pilastres qui tiennent toute la hauteur de l'édifice. Les ouvertures ont $6^m,60$ de largeur, et les piles, avec ou sans contrefort, $4^m,80$ de face; la distance des grands contreforts d'axe en axe est de $22^m,80$.

Une imposte qui règne d'une retombée à l'autre, marque les naissances. Les contreforts ont $2^m,50$ de largeur, $2^m,30$ de pied à la base, et un fruit de 4 0/0.

La cuvette a $1^m,66$ de hauteur et $1^m,20$ de largeur; la lame d'eau présente d'ordinaire une épaisseur de $0^m,80$. Une galerie longitudinale règne sous le radier de la cuvette.

On trouve encore sur le parcours de cet aqueduc cinq tunnels de $2200^m,00$, $1900^m,00$, $700^m,00$, $1040^m,00$ et $460^m,00$, présentant ensemble une longueur de $6300^m,00$.

Cette conduite peut fournir, en temps ordinaire, environ 46 000 mètres cubes en vingt-quatre heures, et au maximum 1300 litres par seconde ou 112 000 mètres cubes par jour.

Digitized by Google

Aqueduc de Lisbonne.

L'aqueduc de Lisbonne, construit en 1743, offre un développement de 18314^{m},00, dont 933^{m},00 sont portés par des arcades ; il ne donne que 1700 mètres cubes d'eau par jour (86 pouces de fontainier).

Aqueduc de Craponne.

Le canal de Craponne, creusé de 1554 à 1559 pour l'irrigation des flancs des Alpines, d'une partie de la Crau et des environs d'Arles, a 68 kilomètres de longueur et 137^{m},00 de pente depuis sa prise à la Durance, près de La Roque-d'Autheron ; il débite 24 mètres cubes par seconde, et se divise en trois branches ; l'une d'elles se déverse dans le Rhône, près d'Arles, après avoir traversé un pont-aqueduc de 750^{m},00 de longueur environ, construit en 1641 sur le flanc de l'ancien aqueduc romain, dont les fondations portent aujourd'hui le pont-route. Ce pont-aqueduc présente quatre-vingt-quatorze arcades en plein cintre, de 6^{m},10 d'ouverture, soutenues par des piles de 1^{m},68 de face ; la largeur entre les têtes est de 4^{m},75, et la cuvette offre 1^{m},25 de profondeur par 3^{m},25 de largeur.

Aqueduc d'Aragona (Sicile).

Un aqueduc prenant les eaux au pied de l'Etna, à Aderno, fut construit au siècle dernier par le comte Biscari ; il franchissait le Simeto, en amont du Salso, sur un pont à deux étages (route et canal), de trente et une arcades, de plus de 85^{m},00 de hauteur totale (360 *palmes siciliennes*), au dire de Rondelet ; il fut renversé par un tremblement de terre, et le passage s'effectua par la suite en siphon. Ce pont-aqueduc est voisin d'un pont-route présentant une grande arche ogivale de 26^{m},00 d'ouverture avec deux arches plus petites de chaque côté, et deux contrepentes d'une déclivité extraordinairement forte.

Digitized by Google

Aqueduc de Montpellier.

L'aqueduc de Montpellier fut exécuté de 1753 à 1786, sous la direction de Pitot. Il coûta 1 055 000 livres. Il accède au Peyrou par un pont à deux étages de 1000 mètres de longueur et de 29^{m},00 de hauteur maxima. Le premier étage, de 20^{m},20 de hauteur, comporte soixante et dix arcades de 8^{m},65 d'ouverture, avec des piles de 3^{m},75 d'épaisseur et des voûtes de 1^{m},00 ; le second, présentant trois arceaux correspondant à un entr'axe inférieur, a des ouvertures de 2^{m},78, des piles de 1^{m},32 de largeur et une hauteur de 8^{m},80. Cet ouvrage est exécuté entièrement en pierre de taille.

La pente de l'aqueduc est de 0^{m},289 par kilomètre ; le débit est d'environ 1 560 mètres cubes en vingt-quatre heures (51 pouces de fontainier).

Aqueduc de Marseille.

L'aqueduc de Marseille fut entrepris en 1847 ; il a 82 654 mètres de longueur, à partir de sa prise à Pertuis, sur la Durance, et 156 kilomètres avec ses dérivations ; il compte quarante-trois tunnels, représentant ensemble 16 685^{m},00, et sur les dérivations, trente-deux autres de 4075^{m},00 de longueur, soit, en somme, 21 741^{m},00 de souterrain ; les principaux ont, l'un 3665^{m},00 (aux Taillades), et deux autres 3500^{m},00. On rencontre sur son parcours plusieurs ponts-aqueducs ; les principaux sont : le pont de la Touloubre, près de Lambesc (26^{m},00 de hauteur sur 170^{m},00 de longueur), et le pont de Roquefavour, sur l'Arc.

Ce dernier ouvrage, le plus beau que l'art moderne puisse comparer aux œuvres antiques, a 375^{m},00 de longueur et 82^{m},65 de hauteur maxima au-dessus de la rivière. Il est divisé en trois étages :

Le premier a quatorze arches de 15^{m},00 d'ouverture, des piles de 5^{m},50 de face, une hauteur de 34^{m},70, et une largeur entre têtes de 5^{m},50.

Le deuxième présente quinze arches de 16^{m},00 d'ouverture,

Digitized by Google

des piles de 5m,00 de face, une hauteur de 37m,60, et une largeur de 5m,00 entre les têtes.

Le troisième étage compte cinquante-trois arceaux de 5m,00 d'ouverture, portés par des piles de 1m,83; la hauteur est de 10m,35, et la largeur entre les têtes de 4m,50.

De grands contreforts latéraux s'élèvent sur le côté des piles, de la base à la corniche du deuxième étage ; leur largeur moyenne, de 3m,50 sur le cours du premier étage, se réduit à 3m,00 sur le deuxième, et leur fruit est de 6 pour 100, en partant d'une saillie à la base de 4m,50 et en venant mourir au niveau du bandeau du deuxième étage.

Les grandes voûtes ont 1m,00 d'épaisseur. La cuvette offre une section trapézoïdale de 2m,15 au plafond et de 3m,50 en gueule, sur 2m,25 de profondeur, avec une pente de 0m,456 par kilomètre. Les parements, les bandeaux et les impostes sont en grand appareil, avec des bossages bruts entre ciselures sur les joints, qui donnent un cachet extrêmement pittoresque à l'ensemble de l'ouvrage. Les corniches et les parapets supérieurs sont soutenus par des consoles, qui terminent fort gracieusement le couronnement, et le font ressortir à cette grande hauteur, qui le déroberait aux yeux.

L'ensemble de cet édifice est, à coup sûr, fort imposant et fort beau; mais la grande hauteur des piles, la régularité uniforme des arcades ne lui prêtent pas la grâce et l'harmonie frappantes que l'on rencontre dans l'ordonnance du Pont-du-Gard. Comme pour défier la construction romaine, on a mis en œuvre des blocs de pierre atteignant 6 mètres cubes !

La proportion du vide au plein est dans cet ouvrage de 1,42, celle du vide à la surface totale de 0,59. La charge maxima par centimètre carré à la base des piles est de 15 kilogrammes.

Cette construction, qui a coûté près de 6 millions, aurait pu céder sa place à un siphon, qui eût coûté six fois moins; mais, pour donner à son pays une belle œuvre de plus, un grand ingénieur pouvait bien faire un pareil sacrifice à l'orgueil d'une grande cité.

Le canal découvert présente une section trapézoïdale de 3 mètres au plafond et de 9m,13 en gueule sur 2m,30 de profon-

Digitized by Google

deur, soit d'environ $13^{m2},95$, section qui se réduit à $7^{m2},42$ dans les tunnels. Il débite $9^{m3},000$ par seconde, et à l'étiage $5^{m3},750$. Il donne donc un volume maximum de plus de 770 000 mètres cubes par jour, alimentant à Marseille quatre cents fontaines, dont trente-sept monumentales, et deux mille bouches d'arrosage, sans compter les irrigations de la banlieue. Si l'on ne tenait compte de ces dernières, l'approvisionnement de Marseille serait le plus considérable des temps modernes.

Les eaux généralement très-troubles de la Durance, contenant en moyenne 0,0033 de leur volume de limon, doivent s'épurer et se clarifier sur le parcours, dans de grands réservoirs d'épuration établis au Réaltort, à la Garenne, à Saint-Christophe et au Poncerot; malheureusement ces bassins, en très-grande partie comblés déjà par les dépôts successifs, dont le curage et l'évacuation présentent de grandes difficultés, n'offrent plus qu'une section fort réduite au passage du courant, qui ne se dépouille plus que fort incomplétement des limons qu'il charrie. C'est le grand défaut de cette dérivation, si remarquable à tant d'autres titres, et la solution indispensable de ce dernier terme du problème préoccupe vivement les esprits.

Aqueduc de Dijon.

L'aqueduc de Dijon est entièrement couvert; il a $12\,694^{m},80$ de longueur et une pente totale de $53^{m},31$, distribuée diversement suivant les exigences du terrain et rachetée par un certain nombre de chutes. La section est variable, mais reste en moyenne de $0^{m},60$ de largeur par $0^{m},75$ de hauteur.

Le pont de la Porte-Guillaume est l'ouvrage le plus considérable : il a $148^{m},00$ de longueur, partagés en cinquante-neuf arcades de $2^{m},00$ d'ouverture, avec des piles de $0^{m},50$ d'épaisseur et des voûtes de $0^{m},30$. La largeur au sommet entre les têtes est de $1^{m},70$.

Cet aqueduc débite environ 7000 mètres cubes d'eau par jour.

Aqueducs de Paris.

Le service des eaux de Paris s'est créé, développé et étendu pour ainsi dire sous nos yeux jusqu'au point où nous le voyons

Digitized by Google

aujourd'hui. En 1669, le volume d'eau amené et distribué par des aqueducs se réduisait en certaines saisons à 466 mètres cubes, ne s'élevant guère dans les conditions les plus favorables qu'à 12 ou 1 500 mètres. Ces eaux étaient dérivées alors par les conduites de Belleville et des Prés-Saint-Gervais et par l'aqueduc d'Arcueil.

En 1671, on établit, près des ponts de la Seine, des pompes mues par des roues pendantes, qui envoyaient environ 1 600 mètres de plus ; la pompe de Chaillot, montée en 1677, ajouta 15 000 mètres cubes ; la distribution de Paris put disposer alors d'un volume minimum de 17 000 mètres, dont il fallut se contenter jusqu'en 1809, époque à laquelle le canal de l'Ourcq vint apporter un nouveau contingent de 12 000 mètres ; le service d'alors, assuré d'environ 30 000 mètres cubes, volume suffisant pour une ville de troisième ordre, dut être bientôt augmenté progressivement par l'établissement de machines à vapeur et de turbines sur la Seine et sur la Marne, par l'addition d'un volume considérable d'eau de la Marne dans le canal de l'Ourcq, et par des puits artésiens : en 1864, l'approvisionnement de Paris, qui pouvait s'élever par moments à 350 000 mètres cubes, ne dépassait pas en réalité, pendant une certaine partie de l'année, le maximum de 275 000 mètres.

Il se partageait à peu près ainsi, en bonne et en mauvaise saison :

	Bonne saison.	Mauvaise saison.
Canal de l'Ourcq	180 000$^{m^3}$	105 000$^{m^3}$
Machines à vapeur { Seine	86 400	86 400
Machines à vapeur { Marne	43 000	43 000
Sources du Nord (Belleville, Prés-Saint-Gervais	216	216
Sources du Sud (Arcueil)	1 500	1 000
Dérivation de la Dhuis et du Surmelin	20 000	20 000
Puits artésiens : Grenelle, Passy, Butte-aux-Cailles, la Chapelle	20 000	20 000
Totaux	351 116$^{m^3}$	275 616$^{m^3}$

Ce volume de 275 000$^{m^3}$,000, qui n'assurait pas 140 litres par habitant à une population de 2 millions d'individus, parut

Digitized by Google

tout à fait insuffisant, et on résolut de porter la part individuelle à 200 litres, ce qui obligea à chercher un volume supplémentaire de 110 à 120 000 mètres cubes.

Après d'assez longues discussions sur les avantages respectifs des prises par machines et des dérivations, on se décida pour cette dernière solution, non point parce que la solution apparut bien clairement meilleure ou plus pratique, mais parce qu'elle comportait une création plus grandiose, plus monumentale : on tint à avoir un bel aqueduc pour compléter le Paris nouveau.

A cet effet, on avait songé à utiliser le groupe des sources de la Somme-Soude, qui devait donner 60 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, rendus à Paris à la cote de 80^{m},00; un second groupe, des sources de la Vanne, avait été d'abord écarté, comme ne pouvant rendre l'eau qu'à 70^{m},00 à Paris, altitude estimée trop basse.

On dut abandonner le projet de dérivation de la Somme-Soude devant la résistance opposée par les populations intéressées.

Il fallut se rabattre de nouveau sur le groupe de la Vanne; pour obtenir le volume nécessaire, environ 100 000 mètres, en même temps qu'une altitude plus grande, on dut remonter la prise et parfaire le débit en relevant par des machines les sources plus basses, soit près de la moitié du volume de la dérivation. Cette solution bâtarde, en réunissant sur le même ouvrage les inconvénients de chacun des deux systèmes, prix élevé de construction de la dérivation, grands frais d'entretien courant des pompes à vapeur, ou perte d'un volume notable pour des pompes hydrauliques, se trouvait dès lors assez désavantageuse.

Nous allons décrire succintement les divers organes du service hydraulique de Paris.

Canal de l'Ourcq. — Ce canal sert à la navigation; en même temps qu'il amène l'eau de l'Ourcq, il prête sa cuvette au passage d'un certain contingent d'eau de la Marne, refoulée par des pompes.

Ce canal a 96 kilomètres de longueur et une pente totale de 10^{m},14; il présente 3^{m},50 de largeur au plafond, 8^{m},00 au

Digitized by Google

plan d'eau et $1^m,50$ de profondeur; il peut débiter 3 mètres cubes par seconde, avec une vitesse de $0^m,35$.

Pompes. — Les vingt et une pompes à vapeur et les six turbines établies le long de la Seine et de la Marne comptent ensemble une longueur d'environ 54 000 mètres de conduites de refoulement.

Dérivation de la Dhuis. — Les sources de la Dhuis, affluent du Surmelin, sont situées sur la commune de Pargny (Aisne); on a complétement détourné ce petit cours d'eau, qui vient à Paris par une conduite couverte, en traversant les départements de la Marne, de l'Aisne, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de la Seine. On a fait une dérivation supplémentaire du Surmelin.

La conduite comprend :

Conduite libre { en tranchées.....	108 253^m,83	134 064^m,45
Conduite libre { en tunnels.....	9 752 ,92	
Conduite forcée.....	16 057 ,70	
Et pour l'aqueduc affluent du Surmelin.	35 000 ,00	
Longueur totale.....	169 064^m,45	

Elle devait amener 40 000 mètres cubes par jour, mais jusqu'ici le débit ne dépasse guère 20 000 mètres, amenés à Paris à $108^m,00$ d'altitude.

De l'amont à l'aval du siphon du Surmelin, les dimensions de la conduite principale changent; la section est ovoïde, pour relever le cerveau de la voûte et rendre la visite facile, tout en se rapprochant de la section circulaire, qui donne pour la même surface le plus petit périmètre mouillé et le plus grand rayon moyen. Le diamètre intérieur de la grande section est de $1^m,40$, la hauteur du radier à la clef de $1^m,76$; les dimensions correspondantes de la petite section sont $1^m,20$ et $1^m,54$. Le revêtement, en meulière brute et ciment, a $0^m,20$ d'épaisseur, avec un enduit intérieur de $0^m,02$ d'épaisseur, et une chape extérieure en ciment, de 0 ,02. L'eau monte dans la conduite libre jusqu'à $0^m,30$ de la clef.

Cette conduite est comme moulée au fond des tranchées,

Digitized by Google

taillées et réglées au gabarit de l'extrados. Elle est généralement implantée de façon à être recouverte de 1 mètre de remblai. Des regards espacés de 500 mètres permettent de descendre dans la conduite pour la visiter. La pente est de $0^m,10$ par kilomètre pour la conduite libre.

Au-delà d'une profondeur de $7^m,00$, la galerie est établie en souterrain, avec des puits espacés de 200 mètres.

Les conduites forcées sont formées par des tuyaux en fonte de $0^m,80$ de diamètre pour la petite, et de $1^m,00$ pour la grande section; les joints sont à emboîtement et cordon; aux points de raccordement avec la conduite libre, on a placé des cloisons de séparation avec ventelles; on a ajouté des robinets de décharge aux points bas et des ventouses sur les ponts.

En amont des conduites en siphon ou en tunnel, on a établi des déversoirs qui rejettent les eaux dans le ravin le plus proche.

Sur les ponts, la conduite libre est établie entre deux murs de tête de $0^m,90$ d'épaisseur, de $1^m,25$ de hauteur et de $1^m,10$ d'écartement; le canal est recouvert d'une voûte.

Pour les traversées de rivière en conduite forcée, les ponts ont $2^m,70$ de largeur entre les têtes; on a ménagé $4^m,00$ depuis le confluent du Surmelin, en prévision de l'établissement d'une seconde conduite. Les tuyaux reposent à $0^m,60$ au-dessus de l'extrados sur des supports en maçonnerie et en fonte; ils sont recouverts par des voûtes en briques de $2^m,00$ d'ouverture et de $0^m,09$ d'épaisseur, supportées par des poutres à I scellées dans les murs de tête.

Les eaux arrivent au réservoir de Ménilmontant, qui a la forme d'un demi-cercle de $188^m,00$ de diamètre, divisé en deux parties par un mur transversal, pour permettre la mise en chômage de l'une des moitiés.

Ce bassin est couvert, et partiellement à deux étages. Il est enduit en ciment de Vassy bien lissé. Les voûtes, en meulière et ciment, reposent sur six cents piliers carrés, de $0^m,60$ de côté et de $5^m,00$ de hauteur. Ce bassin peut contenir 100 000 mètres cubes.

Dérivation de la Vanne. — Cet aqueduc dérive treize sources sur les bords de la Vanne, à Fontvanne (Aube); ces

Digitized by Google

sources devaient débiter, en temps ordinaire, 1 240 litres (107 000 mètres cubes par jour), et à l'étiage 650 litres (56 000 mètres); elles semblent ne vouloir donner, en fait, que de 60 à 80 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, y compris le volume élevé par machines.

La conduite se développe au travers des départements de l'Aube, de l'Yonne, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de la Seine.

Elle se subdivise en :

Conduite libre	tranchées.....	58 510m,40	119 869m,00.
	arcades.....	25 830 ,56	
	tunnels.....	35 528 ,04	
Conduite forcée en siphon.....		17 761 ,50	
Longueur totale.....		137 630m,50	

non compris 37 kilomètres de conduites secondaires d'amenée.

La pente est de 0m,13 par kilomètre, pour la conduite libre, et de 0m,10 vers Paris; elle est de 0m,60 pour la conduite forcée.

Les conduites secondaires ont la forme ovoïde, mais la conduite principale est circulaire, de 2m,10 de diamètre intérieur et de 0m,28 d'épaisseur de revêtement, en meulière et mortier de ciment; la clef n'a que 0m,20 d'épaisseur; l'enduit intérieur et la chape ont 0m,02 d'épaisseur.

Elle entre à Paris par une double conduite en fonte, de 1m,10 de diamètre, placée dans une galerie maçonnée.

Sur son parcours, elle rencontre de très-grands ouvrages, dont les principaux sont la traversée en siphon de la vallée du Loing à Moret et celle en conduite libre de la Bièvre à Arcueil, avec l'ancien aqueduc de Marie de Médicis pour soubassement. Quelques-uns de ces ouvrages sont d'une construction très-originale et très-hardie.

Les eaux viennent s'emmagasiner dans le grand réservoir de Montrouge, bassin rectangulaire, de 287m,00 de longueur par 135m,00 de largeur, couvrant une surface de 38 745m²,00; il présente deux étages : l'inférieur, de 5m,50 de hauteur, pouvant contenir 200 000 mètres cubes; le supérieur, de 3m,55, en recevant 120 000, à la hauteur d'amenée de la dérivation; ces étages sont partagés en deux compartiments égaux.

Digitized by Google

L'ensemble de ces deux dérivations, avec leurs réservoirs, aura coûté :

Dérivation de la Dhuis.	11 600 000 fr.
Réservoir de Ménilmontant.	3 500 000
Dérivation de la Vanne.	26 500 000
Réservoir de Montrouge.	5 200 000
	46 800 000 fr.

et en nombre rond, avec les machines élévatoires de la Vanne, 48 millions, sans les acquisitions de terrains et la distribution urbaine.

Puits artésiens. — Les quatre puits artésiens fournissent journellement un volume d'environ 20 000 mètres cubes ; les profondeurs de chacun sont :

Grenelle.	547m,00	Développement total des conduites ascensionnelles : 2 833m,50
Passy.	586 50	
Butte-aux-Cailles.	850 00	
La Chapelle	850 00	

L'ensemble des conduites libres ou forcées de l'alimentation de Paris se décompose de la sorte :

Conduites.	Débits moyens.	Conduites libres. Tranchées.	Souterrains.	Arcades.	Conduites forcées.
Sources du Nord.	500m³	»	»	»	»
Ourcq.	105 000	96 000m,00	»	»	»
Machines élévatoires. . . .	164 000	»	»	»	53 400m,00
Arcueil.	1 000	12 984 ,00	»	370m,00	»
Dhuis et dérivation secondaire	20 000	143 253 ,83	9 752m,92	»	16 057 ,70
Vanne et affluent.	80 000	95 510 ,40	35 528 ,04	25 830 ,56	17 761 ,50
Puits artésiens.	20 000	»	»	»	2 833 ,50
Totaux.	390 500m³	347 748m,23	45 280m,96	26 200m,56	90 052m,70
		509 282m,45			

Digitized by Google

La distribution intérieure offre un réseau de 1 418 kilomètres, qui doit atteindre même 1 700 kilomètres (dont 1 036 pour l'ancien réseau, et 655 pour le nouveau).

La conduite d'amenée, quoique dérivant un volume bien inférieur à celui de Rome au temps de Frontin, présente un développement supérieur. De nos jours, les eaux sont déversées dans seize réservoirs, qui représentent dans leur ensemble une capacité gigantesque, infiniment supérieure à tout ce que l'antiquité a pu construire et même rêver en ce genre, comme la *Piscina mirabile* de Pouzzoles ou la citerne de Constantinople.

En assurant par de nouveaux travaux un plus grand débit à la dérivation de la Dhuis, avec les machines complémentaires de la Vanne, on espère pouvoir compter sur un volume disponible de 420 000 mètres cubes, qui se partagera de la sorte :

Services publics	250 000$^{m^3}$	ou 30.9	pour cent.
— privés.	130 000	59.5	—
Grande industrie	40 000	9.6	—
	420 000$^{m^3}$	100.0	pour cent.

Avant l'arrivée des eaux de la Dhuis et de la Vanne, on ne disposait en moyenne que de 280 000$^{m^3}$, qui se distribuaient ainsi :

Services publics.	160 000$^{m^3}$	ou 57	pour cent.
— privés	120 000	43	—

La répartition entre les diverses branches de la consommation se fait comme il suit :

Digitized by Google

		Nombre de bouches d'écoulement.	Consommation en mètres cubes.	Pour centage.	
Service public.	Fontaines monumentales.....	61	14 000$^{m^3}$		
	Bornes-fontaines à repoussoir...	159	5 000		
	Fontaines de puisage (porteurs).	40	3 000		
	Bornes-fontaines et bouches sous trottoir.....	5 140	90 000	0.507	0.597
	Boîtes et poteaux d'arrosement.	100	1 000		
	Boîtes d'arrosage à la lance....	2 774	27 000		
	Bouches d'incendie	26	»		
	Bureaux des voitures de place...	154	1 500		
	Urinoirs publics.....	483	1 900		
	Parcs, squares, bois de Boulogne et de Vincennes.....	4	26 000	0.090	
			169 400$^{m^3}$		
Service privé.	Fontaines marchandes.....	26	1 200$^{m^3}$	0.303	0.336
	Maisons particulières et établissements industriels.....	34 538	83 830		
	Lavoirs.....	254	5 925	0.033	
	Bains.....	187	3 475		
Serv. génér.	Hôpitaux.....	»	2 670	0.067	0.067
	Divers services gratuits.....	218	8 581		
	Établissements de l'Etat.....	»	582		
	— du Département.	»	850		
	— de la Ville.....	»	4 668		
			111 781$^{m^3}$	1.000	1.000

COMPARAISON ENTRE ROME ET PARIS.

En essayant de comparer cette distribution à celle de Rome, nous trouvons les rapprochements suivants :

ROME.		Centièmes.	PARIS.		Centièmes.
Palais et jardins impériaux . . .	96 300$^{m^3}$	0.16	Parcs, squares, bois	26 000$^{m^3}$	0.090
Spectacles	20 000	0.04	Etablissements publics	17 351	0.067
Camps	16 000	0.03			
Fontaines	70 300	0.13	Fontaines, bornes, bouches .	142 000	0.507
Thermes	142 000	0.25	Bains et lavoirs .	9 400	0.033
Particuliers . . .	217 000	0.39	Particuliers . . .	85 000	0.303
Totaux . . .	561 600$^{m^3}$	1.00		279 751	1.000

Digitized by Google

Le volume total distribué à Rome étant le double de celui de Paris, et réparti sur une population, au temps d'Auguste, de 400 à 450 000 habitants, cinq fois moindre que celle de Paris, il assurait à chaque individu une part dix fois plus considérable que celle de l'habitant de Paris; à Rome, le contingent de ce que l'on peut appeler le service du *domaine public* représentait environ 0,36, tandis que le contingent des maisons et des thermes, ou le contingent *particulier*, atteignait 0,64; les proportions correspondantes de Paris sont à l'inverse, 0,664 et 0,336. Le volume accordé au *service public* était à peu près le même dans les deux villes, 203 000 mètres cubes à Rome, 185 000 à Paris; mais si l'on suppose que la surface des rues et des places soit proportionnelle à la superficie totale des villes, la voie publique du Paris actuel, treize fois plus grand que la Rome d'Auguste, est treize fois moins bien pourvue que la voie publique romaine, et, en réalité, la voie publique à Paris occupe relativement une surface incomparablement plus grande qu'à Rome.

La consommation personnelle, qui atteignait à Rome près de 900 litres par individu, est vingt fois moindre à Paris, où elle n'atteint pas 45 litres; il est même probable que, en défalquant la consommation des chevaux et des machines, on ne trouverait pas une moyenne de 25 litres; quelques personnes pensent que la consommation individuelle peut même se calculer à 12^{lit},5.

Le contraste le plus frappant se rencontre à l'endroit des thermes et des lavoirs. La consommation romaine, de 142 000 mètres cubes, représentait par individu une dépense de 350 litres, soit plus d'un bain journalier; à Paris, la consommation des bains et lavoirs n'est que de 9 400 mètres, soit de 4 à 5 litres : elle se trouve donc soixante-quinze fois moindre!

Les besoins actuels se sont développés rapidement avec les facilités nouvelles offertes par les distributions plus larges et plus commodes; le montant des abonnements, qui figurait au budget, dans le commencement de ce siècle, pour 385 francs, s'élève aujourd'hui à 6 111 295 francs, pour 101 000 mètres délivrés par jour, ce qui met le prix moyen du mètre cube à 60 fr. 40, au lieu du prix correspondant de 0 fr. 282 que l'on payait à Rome; c'est en moyenne deux cent treize fois plus

Digitized by Google

cher. Ce taux élevé limite la consommation et le nombre des abonnements, qui semble approcher aujourd'hui du maximum, car, dans les projets d'accroissement en voie d'exécution, le contingent affecté aux concessions privées ne leur attribue que 10 000 mètres cubes de plus, tandis que l'industrie en recevra 40 000 et les services publics 90 000.

Ce parallèle entre les deux époques pourrait se poursuivre sans faire ressortir nulle part de notre temps des distributions plus libérales qu'autrefois. Lyon, avec une population double, triple peut-être, ne reçoit que 20 000 mètres cubes par jour, alors qu'un seul de ses quatre anciens aqueducs, celui du mont Pilat, lui en apportait autrefois 45 000.

Metz, qui disposait d'un volume égal, n'en reçoit aujourd'hui que 1 500, malgré un développement considérable.

Nîmes, qui consommait sous Antonin 46 000 mètres cubes pour un seul aqueduc, devra se contenter, dans sa distribution toute récente, de 25 000 mètres au maximum, et même de la moitié seulement en temps normal.

Antibes, Vienne, etc., satisfont de nos jours aux exigences de leurs populations, singulièrement plus développées, avec un seul des deux ou trois aqueducs que les Romains avaient jugés indispensables.

On peut dire que nous nous contentons aujourd'hui du *dixième,* au plus du *huitième* du volume que les Romains réclamaient, non-seulement sous le climat de l'Italie, mais aussi bien, comme nous l'avons vu, dans la Gaule et la Germanie; c'est le rationnement généralement admis à l'époque actuelle, aussi bien en France qu'en Angleterre, en Espagne qu'aux États-Unis.

En France, sauf à Carcassonne, qui reçoit 400 litres par habitant, à Besançon 246 et à Dijon 240, nous descendons rapidement au-dessous de 200 litres : à Marseille 186, Bordeaux 170, à Lyon et à Narbonne 85, Toulouse 78, Grenoble et Vienne 65, Montpellier et Nantes 60, Clermont 55, Lons-le-Saunier 40, Metz et Dôle 20 à 25, Béziers 10 à 12.

Les villes étrangères sont rarement alimentées d'une façon plus généreuse. A part Washington, qui reçoit 300 000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou 4 300 litres pour chacun de ses

Digitized by Google

habitants, et New-York, qui dispose de 410 litres par individu (le seul aqueduc Croton peut lui amener de 65 kilomètres 250 000 mètres), on trouve à Londres 95 litres (274 313^{ms} distribués par neuf compagnies), à Madrid 140, à Bruxelles 80, à Genève 74. Dans les autres villes principales, on reçoit à Richmond 180 litres, à Gênes 120, à Glascow 100, à Manchester 84, à Philadelphie 70, à Édimbourg 55.

PROGRÈS ET SOLUTIONS MODERNES.

Pour le nombre des aqueducs, comme pour le volume d'eau disponible, nous restons donc de beaucoup inférieurs aux Romains, et nous n'avons réussi à nous doter de ces œuvres utiles qu'en réalisant dans leur exécution des économies très-grandes, dont les avantages méritent d'être discutés.

Avec le secours d'une bonne théorie scientifique, nous avons pu utiliser plus exactement et plus complétement pour le passage de l'eau la section nécessaire à la visite des conduites. En abandonnant en outre l'antique section rectangulaire pour la section ovoïde ou circulaire qui donne un rayon moyen plus grand et un moindre contour, nous avons pu conserver le même débit en diminuant la pente, qui ne s'écarte plus de $0^m,10$ à $0^m,20$ par kilomètre dans les conduites libres. On peut se demander cependant si l'on n'a pas cherché une économie trop grande en réduisant à $0^m,20$ l'épaisseur de l'anneau maçonné, quelque surcroît de résistance que lui donnent son appareil voûté et le choix spécial des matériaux employés.

On remplace souvent, à tort, la forme ovoïde par la section circulaire de moindre hauteur sous clef, ce qui constitue une économie, mais rend la visite plus pénible et les réparations et inspections moins faciles.

L'application plus fréquente et presque générale des siphons ou des conduites forcées, rendue très-facile par l'emploi des tuyaux en fonte de grand diamètre, est un des plus grands progrès qu'aient réalisés nos aqueducs modernes. Il faut qu'on soit étrangement limité par la charge pour qu'on ne puisse recourir,

Digitized by Google

même pour de très-longs passages, à cette solution économique. Nous verrons comment les Américains parviennent à franchir des vallées très-larges, avec ce que nous pouvons appeler des *siphons-limites*, quand ils n'ont que de très-petites charges à perdre ou que les fonds très-mauvais ne peuvent supporter aucune construction.

Par des conduites forcées, on peut supprimer la plupart des grands ponts-aqueducs à conduite libre; on peut n'avoir plus à construire que les ponts destinés à soutenir les conduites au passage des cours d'eau, en reliant par des siphons ces ouvrages aux coteaux voisins.

Dans la construction de ces ponts, on a pu, à la suite d'études plus attentives des conditions de la stabilité et de la résistance, réaliser dans la masse des maçonneries mises en œuvre, dans les rapports du vide au plein ou à la surface latérale totale, des réductions importantes, de tous points comparables à celles que nous avons eues à constater dans le parallèle des ponts anciens et des ponts modernes.

Ce progrès est tout à fait contemporain, car, si nous passons en revue les ponts-aqueducs construits jusqu'à notre siècle, nous trouvons des valeurs à peu près égales à celles des ponts-aqueducs romains, qu'on semble, dans leurs dispositions générales, avoir souvent copiés d'une façon servile. Les voûtes et les piles sont bien un peu plus légères, mais le plein occupe presque exactement la même proportion dans la surface latérale.

Digitized by Google

	Ponts-aqueducs.	Rapports des clefs aux ouvertures.	des piles aux ouvertures.	du vide au plein.	du vide à la surface totale.
	Moyennes des ponts-aqueducs romains	0.138	0.515	0.837	0.438
Aqueducs des XVIIe et XVIIIe siècles.	Civita-Castellana	0.076	0.330	1.007	0.501
	Arcueil (1613)	0.125	0.525	»	»
	Maintenon (1680)	0.069	0.615	0.745	0.421
	Pont de Craponne (1641)	0.057	0.275	0.533	0.348
	Caserte (1753)	0.150	0.727	0.802	0.440
	Montpellier (1786)	0.115	0.434	1.110	0.526
	Carpentras	»	0.330	»	»
	Moyennes	0.099	0.462	0.839	0.447
Aqueducs contemporains.	Dijon	0.150	0.250	0.548	0.353
	Roquefavour	0.066	0.366	1.420	0.590
	Calas (sur la Sorgues)	0.088	0.222	2.200	0.687
	Vanne : petites arcades	0.066	0.166	1.784	0.641
	— grandes arcades	0.033	0.083	2.385	0.704
	— siphon de Moret	0.029	0.085	1.773	0.642
	— pont d'Arcueil ou de la Bièvre	0.045	0.145	2.117	0.678
	Moyennes	0.068	0.188	1.747	0.635

Comme pour les ponts, c'est par la réduction ou la suppression des piles-culées, par l'emploi de contreforts latéraux, par l'empatement méthodique des bases et des piles, etc., qu'on est parvenu à élégir d'une façon notable les ponts-aqueducs modernes; nous remarquerons toutefois que, malgré la légèreté des constructions contemporaines, on s'est cependant maintenu bien en deçà des proportions atteintes parallèlement dans les ponts et les viaducs, à cause de la charge plus grande des voûtes, de la moindre largeur des aqueducs et de l'excès de solidité et de stabilité nécessaire.

Au rapport de M. Malézieux, les Américains nous dépassent singulièrement par leurs hardiesses : ils font des conduites doubles, à la manière des arcs tubulaires des *bow-strings*, qui non-seulement se portent elles-mêmes, mais encore supportent le tablier d'un pont, comme l'aqueduc-pont de la grande rue de Washington; ou bien les tuyaux franchissent les vallées en ligne

Digitized by Google

droite, supportés et retenus par des chaînes articulées ou des bielles, comme certaines poutres suspendues des ponts américains. La double conduite de Wissahukon est formée de quatre travées de 51^{m},00, suspendues ainsi à 30^{m},00 de hauteur, solution qui donne le moindre développement et la moindre perte de charge, et résout avantageusement le problème quand on manque de la charge nécessaire pour un siphon complet, ou qu'on ne peut fonder facilement des piles sur un terrain trop inconsistant. On emploie encore des conduites à joints flexibles, comme sur le Schuglkill, à Philadelphie, quand aucune autre solution ne peut inspirer plus de confiance.

Dans nos distributions modernes, nous avons supprimé les anciennes piscines épuratoires, que nous remplaçons avec avantage par des réservoirs plus grands, représentant quelquefois la consommation de deux ou trois jours, et même davantage, quand des eaux limoneuses exigent pour se clarifier un aussi long repos.

De grands réservoirs couverts, de 320 000 mètres cubes, comme celui de Montrouge, recevant des eaux déjà fort limpides, les gardant trois ou quatre jours, présentent une solution supérieure à tout ce que les Romains, fort exigeants cependant, ont recherché de plus complet.

Nous n'arrivons pas malheureusement pour tout au même degré de confortable que les Anciens, et beaucoup de villes, desservies par des aqueducs et des réservoirs découverts, sont bien éloignées d'avoir toujours une alimentation aussi salubre. Les eaux fournies par le canal de l'Ourcq, ou celui de Marseille, etc., laissent évidemment beaucoup à désirer au point de vue de la limpidité et de l'hygiène.

Sans posséder les moyens hydrotimétriques qui nous permettent de fixer avec tant de facilité la valeur de l'eau au point de vue chimiquement potable, les Romains avaient une certaine pratique expérimentale qui les guidait assez sûrement dans la recherche et l'essai de leurs eaux : nous les voyons donner aux unes et aux autres des destinations spéciales, parfaitement appropriées à leurs qualités respectives. Ils exigeaient d'elles deux autres qualités premières, la limpidité et la fraîcheur ou l'éga-

Digitized by Google

lité de leur température, et ils composaient beaucoup moins facilement que nous avec ces exigences. Ils avaient reconnu de bonne heure tous les avantages hygiéniques qui résultent de la couverture complète et de la fermeture des conduites et des bassins; ils ne s'affranchissaient presque jamais de cette sujétion, en retour de laquelle l'eau gardait toute sa pureté et son égale température; elle ne risquait pas surtout, à l'abri de la lumière, d'être corrompue par les végétations et les animalcules qui se développent au jour, surtout dans les eaux en repos, et se décomposent, avec les variations de niveau, aux rayons du soleil.

Quand, il y a deux siècles, on put remplacer ces dispendieux ouvrages, qui allaient chercher les sources très-loin, par des pompes hydrauliques établies sur les rivières, au milieu même des villes à desservir, on s'empara avec enthousiasme de cette solution, qui pouvait fournir une eau suffisamment saine, comme l'est généralement celle des grands cours d'eau, au prix d'une première installation facile et peu coûteuse, avantage très-appréciable pour les ressources alors si restreintes des villes; on s'habitua dès lors à transiger avec les conditions de limpidité et de fraîcheur, et, quand les pompes à vapeur se présentèrent pour donner une satisfaction plus large aux besoins des plus grandes villes, elles furent acceptées avec plus de faveur encore. Elles ont rendu déjà d'immenses services, et en rendent tous les jours de plus grands; cette solution, presque toujours prête, peut se proposer à peu près partout en concurrence avec le système des dérivations par aqueducs; à l'occasion de chaque projet nouveau d'alimentation, la discussion se rouvre sur les avantages respectifs des deux systèmes, dont nous allons essayer de résumer les traits principaux et les mérites propres.

DÉRIVATIONS PAR AQUEDUCS ET ÉLÉVATIONS PAR MACHINES.

Sauf dans un fort petit nombre de cas où l'une des deux solutions est exclusivement admissible, on se trouve presque toujours, pour l'alimentation d'une ville, en situation de choisir, dans un certain rayon, entre une dérivation par aqueduc d'eaux

Digitized by Google

prises à un niveau élevé, plus près de leur source ou à la source même, ou une élévation par machine à vapeur d'eaux prises dans le voisinage à des rivières sur la partie moyenne ou basse de leur cours.

On peut trouver chez les unes et les autres des degrés hydrotimétriques correspondants, des proportions également infimes de sulfate de chaux, de matières animales, etc., qui les placent sur le même rang au point de vue chimiquement potable.

Au point de vue physique de la limpidité et de l'égalité de température, les qualités seront généralement très-différentes, et l'avantage restera toujours incontestablement aux sources dérivées : les plus longs aqueducs couverts ne laissent pas varier la température originelle de plus de 1° à 1°,5 dans un sens ou dans l'autre, sur des parcours de 130 kilomètres, comme celui de la Dhuis, par exemple.

LIMPIDITÉ.

Les eaux des rivières prises beaucoup plus bas laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la limpidité et de la température. Après les crues, certains cours d'eau se chargent de limons dont les particules les plus grossières ou les neuf dixièmes se déposent bien par un repos de quelques heures, d'une journée au plus; mais il leur faut parfois jusqu'à cinq et six jours pour se débarrasser des parties plus argileuses, plus fines, comme en dissolution ou en émulsion dans la masse; faute de réservoirs d'une capacité suffisante, on est obligé souvent de distribuer des eaux encore louches et laiteuses. Il faut, dans des cas pareils, ménager des bassins de grande contenance et des moyens d'évacuation des dépôts et des boues qui peuvent atteindre un cube considérable, et dont l'enlèvement constitue souvent un très-grand embarras.

On a bien essayé de clarifier les eaux par le filtrage ; dans quelques circonstances spéciales, on a pu établir des filtres naturels en puisant l'eau des rivières à travers des bancs de sables grossiers ou de graviers fins, comme à Lyon, à Nîmes, à Toulouse, à Angers, etc.; le courant du fleuve lave constamment la couche

Digitized by Google

supérieure filtrante, la remplace même complétement au moment des crues, et procède ainsi naturellement et sans frais à tous les nettoyages pénibles nécessités par l'emploi de filtres artificiels; si les galeries de filtration sont suffisamment développées, on peut sans grande dépense obtenir des eaux d'une limpidité très-satisfaisante.

Mais on ne rencontre que rarement ces conditions favorables; on est réduit le plus souvent à l'emploi de filtres artificiels dont le fonctionnement est assez précaire; les meilleurs ne peuvent guère, en recevant des eaux épurées par le repos, débiter que 4 à 5 mètres cubes par mètre carré de surface, avec des frais de nettoyage considérables. Cette clarification entraînerait à des dépenses énormes, si l'on entreprenait d'épurer le volume total.

Dans les usages ordinaires, pour une distribution de 200 litres, les eaux qui réclament impérieusement cette purification ne représentent pas une proportion de 20, de 15 litres même, soit le dixième ou le douzième du volume total; on pourrait réduire la dépense de filtrage à cette partie seulement, mais il faudrait alors établir une seconde distribution spéciale.

TEMPÉRATURE.

Quant à la température, elle ne manque pas d'avoir une certaine importance : les eaux de rivière, très-froides en hiver, sont exposées à se congeler, ce qui est un grave accident pour une distribution; ou bien elles s'échauffent en été et cessent d'être hygiéniquement potables.

Peut-être pourra-t-on, par la suite, remédier à ce dernier inconvénient en rafraîchissant artificiellement aussi le contingent destiné spécialement à la boisson.

Les Américains cherchent à tourner ces difficultés, qui constituent une double infériorité pour les distributions par machines, en fonçant de très-grands tambours et formant de grands puisards dans des couches perméables ou aquifères pour les prises d'eau de leurs pompes.

Nous nous préoccupons moins qu'il ne le faudrait, en

Digitized by Google

IF

GE ET DES TEMPS MODERNES.

	RAPPORTS			
SSEUR ûte TURE	DE L'ÉPAISSEUR de la pile À L'OUVERTURE	DU VIDE AU PLEIN	DU VIDE A LA SURFACE TOTALE	OBSERVATIONS
	0.561	0.675	0.404	185.000m³ d'eau par jour.
	0.730	0.500	0.333	162.000 » »
	0.332	0.93	0.481	
	0.719	0.59	0.368	2 étages.
	0.677	0.46	0.316	» »
	0.480	1.01	0.502	45.000 m³
	0.510	1.39	0.579	
120	0.200 — 0.458	0.88	0.480	46.000m³=3 étes=ches 19k par c²
	0.780	0.87	0.465	52.000 m³
	0.360	1.49	0.596	2 étages.
	0.620	0.41	0.292	

Digitized by Google

Digitized by Google

France, de ces considérations de pureté et de fraîcheur, et nous n'avons pas assez généralement entrepris de compléter artificiellement, par des procédés bien sûrs et bien efficaces, le service des distributions par machines.

Faute de pouvoir estimer numériquement ces qualités supplémentaires et les faire entrer dans les calculs avec un coefficient qui en représente la valeur réelle, on les néglige dans les études parallèles, et on se contente, à mérite hydrotimétrique égal, de comparer les dépenses des solutions en présence.

Dans un problème qui compte autant de variables, volumes, sections, pentes, hauteurs d'arrivée, accidents de terrains, consommation des machines, etc., est il possible de dire *à priori*, en thèse générale, quel système sera le plus économique?

DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT.

Si nous supposons successivement plusieurs sections semblables et semblablement remplies pour un aqueduc donné, dont tous les autres éléments (pentes, état des parois, etc.) resteraient fixes, on peut reconnaître facilement, par la discussion des formules, que le débit augmente beaucoup plus rapidement que le carré des dimensions; les dépenses de construction, au contraire, pour les parties sur arcades, n'augmentent pas même proportionnellement aux dimensions linéaires, et les parties en galerie couverte ou en tunnel seules augmentent un peu plus rapidement que ces mêmes dimensions linéaires.

Nous trouvons une certaine vérification pratique de ces appréciations générales et théoriques, en rapprochant les prix de revient kilométriques de deux ouvrages le plus comparables possible à tous les points de vue, comme pentes, sections, types, modes et époques de construction, les aqueducs de la Dhuis et de la Vanne; les terrains traversés ont la même physionomie générale, et, à moins de trouver deux ouvrages exactement parallèles, côte à côte, on ne saurait rencontrer de similitude plus grande.

La dérivation de la Dhuis, amenant 20000 mètres cubes, avec

Digitized by Google

169 kilomètres de parcours, a coûté 11 600 000 francs, soit, par kilomètre . . . . . 68 600 fr.

Celle de la Vanne, conduisant ou créée pour conduire de 80 à 100 000 mètres, avec un développement de 174 kilomètres, a coûté 26 500 000 francs, soit, par kilomètre. . . 152 000 fr.

Les dépenses ont augmenté comme les diamètres, et ont doublé ou un peu plus (les grands ouvrages sont un peu plus nombreux sur la Vanne que sur la Dhuis), tandis que le volume dérivé croissait comme le carré des diamètres et devenait quadruple.

Cet exemple nous permet de faire remarquer incidemment combien nous savons aujourd'hui proportionner exactement les travaux et les dépenses aux résultats à obtenir, tandis que les Romains, procédant au hasard, arrivaient, comme nous l'avons vu, à des dépenses presque uniformes pour des volumes extrêmement différents.

Dans une élévation par machines, le prix des pompes, des conduites de refoulement, etc., augmenterait un peu moins rapidement que le débit, si l'on pouvait réunir toute la force motrice sur une même machine et une même pompe; mais, comme il faut les partager, avoir des machines en double emploi, et même un peu plus, pour diviser le service et prévoir les accidents, on peut admettre que la dépense est à peu près proportionnelle au débit.

Si nous construisons les courbes qui représentent graphiquement ces variations, avec les débits pour abscisses et les dépenses pour ordonnées, l'une, pour les aqueducs, se rapprochera d'une branche de parabole; l'autre, pour les machines, sera plus ou moins voisine d'une ligne droite; ces deux courbes se rencontrent en un point au delà duquel l'avantage économique reste tout entier à l'aqueduc; en deçà, l'élévation par machine représente une dépense moindre.

La limite à laquelle l'avantage passe de l'une à l'autre, pour la seule dépense de premier établissement, varie évidemment dans les différents cas particuliers.

Digitized by Google

DÉPENSES D'ENTRETIEN.

Mais il est d'autres éléments qui compliquent la question, et ramènent le point d'intersection vers les débits inférieurs : ce sont les frais d'entretien, d'exploitation et d'amortissement.

Les frais d'entretien et de surveillance des aqueducs représentent une somme relativement très-faible, qui n'augmente pas sensiblement avec un débit double ou triple, pour une même longueur.

Dans les machines élévatoires, la consommation en combustibles, huiles, graisses, main-d'œuvre, croît à peu près proportionnellement au cube refoulé; les frais généraux seuls, dont la part est relativement faible, ne suivent pas la même progression.

Mais ce ne sont pas les seules dépenses qui doivent intervenir dans la comparaison des deux systèmes en présence : la durée de l'ouvrage est un élément fort important, qui doit s'introduire dans les supputations bien faites des dépenses respectives, sous la forme d'un amortissement annuel; l'intérêt du capital de premier établissement ne saurait être non plus négligé; ces considérations d'intérêt et d'amortissement sont trop souvent oubliées dans les calculs qui touchent aux travaux publics : les villes ne pouvant le plus souvent faire face à ces dépenses qu'en souscrivant des engagements à fort longue échéance, l'intérêt et l'amortissement ressortent parfaitement dans les comptes financiers à établir avec les prêteurs, et se traduisent en impositions, en charges supplémentaires pour les contribuables. Et, dans tous les cas, on ne saurait comparer autrement deux solutions, dont l'une (machines à vapeur) exigera des réfections à peu près complètes par périodes de vingt à vingt-cinq ans, et dont l'autre durera incomparablement bien plus sans renouvellement, cent ans au moins, en avançant ce chiffre uniquement pour fixer un terme à l'amortissement.

Toutes ces considérations se coalisent pour abaisser le chiffre-limite de fourniture d'eau, à partir duquel, en ne tenant compte que des dépenses, les deux solutions se présentent à égalité.

Digitized by Google

Pour fixer les idées, essayons de comparer les deux solutions, à propos de la dérivation de la Vanne; en laissant de côté les réservoirs et la distribution urbaine, que nous pouvons supposer les mêmes dans les deux cas, nous trouvons, pour la dépense de l'aqueduc fournissant 80 000 mètres cubes d'eau, en ajoutant 1 500 000 francs pour les acquisitions de terrains et indemnités de passage, une somme de. . . . 28 000 000 de fr.

Pour une même élévation d'eau de 80 000 mètres, l'installation des machines à vapeur et des conduites de refoulement n'aurait pas coûté beaucoup moins de. . . . . 12 000 000 de fr.

Pour un volume triple, les dimensions linéaires de l'aqueduc auraient dû augmenter dans la proportion de 1 à 1,44 (racine carrée de 3) ou un peu plus, soit de 1 à 1,50; les dépenses d'établissement, que nous pouvons supposer à peu près proportionnelles, se seraient élevées à. . . . . 42 000 000 de fr.

Avec les pompes élévatoires à vapeur, les dépenses auraient triplé et se seraient montées à. . . . . 36 000 000 de fr.

Il y aurait eu parité, de ce chef, pour un volume d'environ 250 à 280 000 mètres cubes.

COMPARAISON DES PRIX DE REVIENT DU MÈTRE CUBE D'EAU DANS LES DEUX SYSTÈMES.

Mais, si nous calculons les prix de revient comparatifs du mètre cube d'eau rendu aux réservoirs, nous obtenons, avec une distribution de 80 000 mètres :

Aqueduc de la Vanne :

Entretien et surveillance, 200 000 francs : pour $365^{j} \times 80\,000^{m} = 29\,200\,000^{m3}$, soit par m. c. :	0 fr. 0069
Intérêt et amortissement d'un capital de 28 000 000 de francs en cent ans, à $5^{fr},15$ 0/0.	0 0495
Prix du mètre cube (aqueduc). . . .	0 fr. 0564

ce qui donne le prix de revient de 0 fr. 0564 par mètre cube amené par aqueduc à l'entrée du réservoir.

Digitized by Google

Machine élévatoire :

La dépense moyenne annuelle par mètre cube, calculée à 0 fr. 025 pour les anciennes pompes à vapeur de la Ville de Paris, se fût abaissée, avec des machines nouvelles et groupées, à.	0 fr. 0200
L'intérêt et l'amortissement du capital de 12 000 000 de francs, amorti seulement en vingt-cinq ans, 7f,10 0/0, donne : 852 000 francs pour 29 200 000 mètres cubes, et par m. c. :	0 0292
Prix du mètre cube (machines à vapeur).	0 fr. 0492 (1)

Pour avoir les prix de revient complets, il faudrait ajouter, en égale somme, de part et d'autre, les frais correspondant aux réservoirs et aux conduites de distribution (intérêts, amortissements, entretien et surveillance).

A 80 000 mètres cubes, les prix de revient ne présentent pas un écart considérable ; on doit rencontrer l'égalité vers 120 ou 125 000 mètres cubes.

Pour une distribution de 250 0000 mètres cubes par aqueduc, en comptant 300 000 francs de frais d'entretien annuels, et l'amortissement d'un capital de 42 millions, on trouverait un prix de revient correspondant par mètre cube de 0 fr. 0266, tandis que les machines ne le livreraient au réservoir qu'au prix de 0 fr. 0484.

Nous voyons que dans le cas de la Vanne, où les deux solutions se présentaient avec un mérite presque égal, le choix était déjà difficile et délicat. Il est vrai que, pour offrir des conditions de sécurité équivalentes à celles de l'élévation mécanique avec de doubles conduites de refoulement et de nombreuses machines de rechange, l'aqueduc de la Vanne aurait dû, sur les parties les plus exposées, être doublé d'un aqueduc ou

(1) Les pompes hydrauliques donneraient une économie plus grande et dans les frais d'établissement et dans les frais d'entretien ; mais leur application est plus rarement possible.

Digitized by Google

d'une conduite de secours ou de rechange, ainsi qu'un accident récent survenu à cet aqueduc en a démontré l'utilité; c'eût été, comme le calculait M. Flachat, une dépense supplémentaire d'au moins 10 millions, qui eût augmenté le prix de revient précédent de 0 fr. 018, l'eût élevé à 0 fr. 0744, et eût reporté la parité des prix de revient au volume de 165 à 170 000 mètres cubes, presque double du débit réel obtenu avec la dérivation de la Vanne.

Jusqu'à ce point, l'élévation par machines gardait l'avantage; on la sacrifia pour obtenir en échange une limpidité parfaite et une égalité de température très-satisfaisante; d'autres considérations ont pu intervenir; mais, en l'état, vu la difficulté d'obtenir artificiellement ces qualités précieuses, on ne saurait trop se plaindre de la décision prise, qui ne nous fait payer qu'un centime de plus le mètre cube d'une eau cristalline et toujours saine.

Pour les distributions d'un grand nombre de villes, qui n'exigeraient, dans les mêmes conditions, que des volumes de 20, 30 ou 50 000 mètres cubes, les machines reprendraient tous leurs avantages. Les vingt et une anciennes machines de la Seine et de la Marne, prises isolément, fournissaient chacune une solution très-bonne et très-rationnelle; mais on eût mieux fait de demander d'un seul coup à une dérivation unique, si la chose eût été possible, les 164 000 mètres cubes qu'elles débitent ensemble. C'est ainsi qu'on n'aurait rien su proposer, même aujourd'hui, de plus avantageux, pour les énormes volumes transportés de 150 à 700 000 mètres cubes, que les solutions adoptées pour les anciens aqueducs romains, Claudia ou Anio neuf, ou pour le canal de Marseille.

Digitized by Google

CHAPITRE XIII

CLOAQUES

Les *cloaques* ou égouts anciens (*cloacæ*) servaient comme aujourd'hui à l'évacuation des eaux inutiles, des eaux pluviales, des boues ou autres immondices des villes.

Les premiers cloaques furent construits à Rome par Tarquin l'Ancien, pour le drainage et l'assainissement des fonds marécageux de la ville et des vallées intérieures séparées par les Sept Collines, comme celle du Velabrum, entre les Monts Capitolin et Palatin; les eaux des fonds supérieurs s'y rassemblaient, ne trouvaient pas de pente pour s'écouler, et séjournaient, au plus grand détriment de la santé publique; les crues du Tibre envahissaient encore fréquemment ces cuvettes et en augmentaient l'insalubrité; pour se débarrasser de toutes ces eaux stagnantes, il fallut créer un écoulement artificiel, et l'on fut amené à ouvrir les premiers égouts.

Plus tard, quand on eut amené dans la ville un fleuve véritable, déversant journellement près de 800 000 mètres cubes, dont les 0,07 ou 0,08 seulement disparaissaient naturellement par imbibition ou évaporation, et dont le surplus eût rapidement submergé des quartiers entiers, il fallut étendre considérablement ce réseau des cloaques, et envoyer dans toutes les rues des collecteurs pour enlever les eaux excédantes.

Nos villes modernes mettent généralement moins de hâte à construire le réseau de ces utiles émissaires : elles se contentent souvent de quelques lignes d'égouts, que les eaux atteignent après un plus ou moins long parcours à l'air libre ; souvent, à la

Digitized by Google

même place, la ville romaine était bien plus largement pourvue.

Avec de faibles adductions d'eau, nous pouvons suffire à leur départ avec un système moins considérable de canaux évacuateurs ; nos rues, plus larges, peuvent admettre aussi plus facilement des ruisseaux d'écoulement au jour que les étroites rues des cités romaines; à Pompéi, par exemple, dans certaines rues latérales privées d'égouts, le bombement considérable du milieu de la chaussée et l'élévation extraordinaire des trottoirs nous laissent supposer que, par une conséquence naturelle de l'abondante distribution des eaux, les ruisseaux d'écoulement envahissaient presque toute la chaussée et constituaient un embarras considérable. La traversée d'un trottoir à l'autre devait souvent s'effectuer, dans certaines rues, au milieu de véritables petites rivières, si l'on en juge par les pierres saillantes *a a* que l'on trouve au travers des rues pour permettre le passage, mais à la plus grande gêne de la circulation des voitures (pl. IX, fig. 18). L'établissement des égouts souterrains faisait disparaître tous ces inconvénients, et malgré nos rues plus larges et nos distributions parcimonieuses, nous aurions de ce chef beaucoup encore à emprunter à la pratique romaine dans un grand nombre de nos villes modernes.

CLOAQUES DE ROME.

Rome eut pour grand égout collecteur la *Cloaca Maxima* (pl. II, fig. 17), magnifique galerie souterraine qui partait du Forum et allait déboucher dans le Tibre, en amont du pont Sublicius, en face du grand Cirque, à travers le mur de quai appelé *Pulchrum littus;* elle avait 5 mètres de largeur et une hauteur de 8^{m},20 du radier à la clef. La voûte, de 1^{m},80 d'épaisseur, était formée de trois rouleaux de pierres d'Albe et de Tibur, soigneusement appareillées et montées sans ciment, à la façon étrusque; les pieds-droits, de 5^{m},70 de hauteur, étaient construits également à sec, en pierres d'Albe de grand appareil, mesurant 0^{m},97 de hauteur d'assises et jusqu'à 1^{m},75 de longueur; ils étaient renforcés de 5 mètres en 5 mètres par des chaînes

Digitized by Google

en pierre de Tibur, et extérieurement par des contreforts (*anterides*) opposés en quinconce d'un côté à l'autre; le tout était monté sur un radier en pierre de taille; ce premier égout, exécuté en —514, avait 738 mètres de longueur; c'est le seul qui subsiste encore, après vingt-quatre siècles; il reçoit actuellement l'eau Argentine.

L'œuvre de Tarquin l'Ancien fut ensuite continuée par Tarquin le Superbe; on se dispensa souvent, plus tard, de construire les pieds-droits et radiers en pierre de taille, mais les voûtes restèrent toujours soigneusement appareillées.

On étendit progressivement ce réseau par des égouts secondaires (*cloaca*) se ramifiant par des égouts plus petits (*cloacula*), qui tous amenaient leurs eaux à l'égout principal.

Le pavé des rues était posé sur un massif de blocage qui garnissait les reins de la voûte et formait le *nucleus* de la chaussée (pl. XII, fig. 18).

Agrippa dut agrandir encore, en même temps que le système des aqueducs, le réseau des cloaques, que Nerva vint compléter. On peut penser que toutes les rues de Rome finirent par être pourvues d'un égout particulier.

Dans la voûte étaient percés, de distance en distance, des regards sur le milieu de la chaussée, pour recevoir les produits du balayage, et latéralement, vers les bordures des trottoirs, s'ouvraient des bouches par lesquelles les eaux et les boues se déversaient. Quand certaines rues n'avaient pas d'égout, comme à Pompéi, les ruisseaux se prolongeaient jusqu'à une autre rue qui en était pourvue, et se rendaient dans l'égout par deux canaux obliques dont la bouche, normale à la direction du ruisseau et formée des deux côtés par de petits murs en aile pris dans le pavage, rétrécissait la chaussée et devait rendre singulièrement dangereux pour les voitures le passage de ce point de croisement avec la rue principale (pl. XII, fig. 19).

Pour le curage des égouts, des hommes montés sur des bateaux aidaient à l'écoulement des vases et des boues. Agrippa améliora ce service en faisant conduire directement aux cloaques le trop-plein des aqueducs et des réservoirs, pour faciliter l'entraînement des matières et le nettoiement.

Malgré cette précaution, faute de pente suffisante ou d'une

Digitized by Google

distribution rationnelle et bien étudiée, les cloaques s'envasaient fréquemment : Denys d'Halicarnasse dit qu'on dépensa en une seule fois 1 000 talents (4 632 000 francs) pour le curage général des égouts, et qu'on arrivait déjà à 12 millions pour les frais de cette nature. Il fallut y revenir souvent; on avait même dû établir un impôt spécial, *cloacarium*, pour subvenir à ces dépenses.

Après la reconstruction de Rome sous Néron, dans les nouveaux alignements les rues ne se trouvèrent plus toujours placées sur le parcours des anciens égouts, qui s'enfonçaient fréquemment sous les maisons neuves; il fallut faire des travaux considérables de raccordement. C'est ce qui faisait dire à Pline que la ville était suspendue en l'air et que l'on naviguait sous les maisons.

L'immense et superbe réseau des cloaques d'Auguste et de Nerva (1) a depuis longtemps disparu; il ne reste aujourd'hui que ceux des Tarquins, les premiers exécutés, que leur admirable construction a sauvés.

Sous l'impulsion romaine, parallèlement aux aqueducs, les égouts se creusèrent dans les villes de province; ce réseau d'ouvrages modestes, moins en vue, a été moins étudié; il dut être pourtant fort considérable, si l'on en juge par certains exemples mieux connus; les travaux de canalisation en découvrent tous les jours de plus importants vestiges.

GAULE.

On n'a le plus souvent encore rencontré que des tronçons isolés.

Nîmes offre un bel échantillon des cloaques antiques : M. Pelet a retrouvé sous le pavé d'une très-ancienne rue une galerie d'égout de 2^{m},30 de largeur et de 1^{m},50 de hauteur sous

---

(1) « *Splendidas Romæ civitatis cloacas.* » CASSIODORE.
« *Operum omnium dictu maximum.* » PLINE (l. XXXVI).

Digitized by Google

clef; la voûte, en plein cintre, avait 0m,40 d'épaisseur; la voûte et les pieds-droits étaient soigneusement taillés et posés à joints précis sans ciment; au-dessus de l'extrados, le pavage de la rue était constitué par de grandes dalles de 3 mètres de longueur, de 0m,65 de largeur et de 0m,33 d'épaisseur.

On a découvert à Arles, en 1817, sur environ 70 mètres de longueur, un cloaque de 4 mètres de largeur, fort solidement construit, avec de fortes voûtes en pierre de taille, percées de bouches de distance en distance; on en avait trouvé un autre en 1777, construit avec les mêmes dimensions, mais en briques; sur plusieurs autres points de la ville, on a mis au jour des tronçons d'égouts plus petits, d'environ 1 mètre de largeur, qui venaient probablement s'embrancher sur les précédents.

Vienne présente un réseau fort complet d'anciens cloaques; chaque quartier avait le sien; les uns débouchaient dans le Rhône, les autres dans la Gère. Dans la plaine du Cirque, dont l'Aiguille occupait le centre, on a retrouvé tout un réseau de petits égouts qui drainaient le sol.

Aux traces qu'il a laissées, on a pu reconstituer presque complétement le réseau des principaux cloaques de l'antique Lyon.

A Vaison (Vaucluse), dix ou douze égouts envoyaient leurs eaux à l'Ouvèze; chacun d'eux pouvait facilement livrer passage à un homme; le plus grand a 2 mètres de largeur et se voit sous l'enclos des Dominicains.

Périgueux comptait un grand nombre de ces canaux; quelques-uns n'avaient que 0m,65 de largeur; on en retrouve surtout près des anciens édifices.

Besançon, Reims, Metz, Limoges, Fréjus conservent de nombreux vestiges de canaux souterrains qui eurent évidemment la même destination.

A Bavay, on a découvert, en 1623, un reste de cloaque, de 67 mètres de longueur, construit en belles pierres de taille qui avaient jusqu'à 2 mètres de longueur.

En Afrique, Constantine possédait un système considérable d'égouts débouchant dans le Rummel; le principal, creusé dans le roc, avait 3 mètres de largeur, et des voûtes en pierres ou en briques.

Digitized by Google

En Espagne, on a retrouvé, à Almazan, des galeries souterraines voûtées qui furent certainement des égouts. A Tolède, un souterrain voûté en briques de 12 kilomètres de longueur, appelé *Cueva de Hercules*, paraît n'avoir pu être qu'un grand cloaque.

Ces cloaques envoyaient le plus souvent leurs eaux et leurs boues aux rivières voisines; la plupart des villes s'étendant sur le bord des rivières, entre la rive et les plateaux voisins, on put facilement disposer les cloaques suivant les rues normales au cours d'eau, et les rues transversales déversaient les eaux de leurs ruisseaux ou de leurs égouts secondaires dans ces conduites principales, qui les conduisaient directement à la rivière. A défaut de rivières ou de cours d'eau pour récepteurs, les cloaques se déchargeaient dans des *puits perdus,* dans des puisards que les Romains savaient parfaitement creuser plus ou moins profondément dans les couches perméables; ces puits étaient remplis de blocs et de pierres grossièrement emmétrées, et constituaient de véritables pierrées absorbantes.

Nous remarquerons que ces travaux d'égouts furent généralement exécutés en pierres de taille soigneusement assemblées sans mortier; on redoutait sans doute pour les chaux l'action des eaux acides ou ammoniacales.

Bien qu'on ne possède aucune donnée absolument certaine sur le développement des cloaques à Rome, on peut croire que, dans l'ancienne enceinte, il ne fut pas loin d'égaler le développement même des voies publiques, soit 104 kilomètres; avec l'annexion des faubourgs, sous Aurélien, on ne manqua pas de l'étendre encore, en même temps que les aqueducs et les distributions d'eau.

Nous pouvons avec orgueil comparer à la plus vaste de ces créations anciennes le service le plus complet que l'on connaisse de notre temps, celui du Paris actuel.

A Rome comme à Paris et dans la plupart des villes, la construction des égouts précéda celle des aqueducs; ce fait se produit fréquemment, en agriculture par exemple, où il faut commencer par dessécher ou assécher le sol, par assurer un écoulement aux eaux; avant de songer à en amener un supplé-

Digitized by Google

ment quelconque, si le sol n'est pas capable de tout absorber naturellement. La surface d'une ville, avec ses toitures et ses chaussées, représente une surface essentiellement imperméable, qui doit être débarrassée tout d'abord des eaux zénithales ou artificielles, avant de recevoir tout contingent nouveau.

ÉGOUTS AU MOYEN AGE.

Les villes dotées de cloaques gallo-romains s'en servirent longtemps; mais, faute d'entretien, ils s'engorgèrent; on fit alors souvent, pour les remplacer, jusqu'au XIIe siècle, des ruisseaux encaissés recouverts par des dalles; ces couvertures se brisaient souvent : on revint au XIIe siècle à la méthode antique des galeries souterraines.

On construisit à Paris quelques égouts particuliers, autour des palais et des maisons religieuses, sous saint Louis et Philippe le Bel; les premiers égouts publics furent créés par Charles V et Charles VI. Leur système se développa lentement, comme tous les anciens services publics de la ville, et seulement dans les grandes voies principales aboutissant aux rivières, à la Seine, à la Bièvre et au ruisseau de Ménilmontant; les rues transversales écoulaient leurs eaux par des ruisseaux qui les déversaient dans les égouts par des bouches grillées. Il faut presque arriver jusqu'à notre siècle, pour voir se constituer de toutes pièces le réseau des égouts, en même temps que celui des distributions d'eau (1).

RÉSEAU DE PARIS.

Les ruisseaux des anciennes *chaussées fendues* suffisaient, jusque vers 1830, à écouler les 30 000 mètres cubes d'eau dis-

(1) Sous Louis XIII, Paris possédait 8 kilomètres d'égouts découverts et 2 kil. 500 d'égouts couverts; à la fin du XVIIIe siècle, il comptait 16 kilomètres d'égouts; sous l'Empire, 24 kilomètres; sous Louis-Philippe, 78 765 mètres, et en 1852, 143 386 mètres.

Digitized by Google

tribués journellement dans Paris; mais une pluie de $0^{m},005$ sur les 3 440 hectares de l'ancien Paris, rendue pour les 0,93 aux ruisseaux, en leur fournissant 160 000 mètres cubes à débiter en quelques heures, provoquait déjà des troubles assez graves dans la circulation, et des dégâts parfois considérables sur certains points, en inondant les rues, les caves et les rez-de-chaussée.

Cette situation, à peine supportable accidentellement, serait devenue normale avec l'accroissement successif du volume déversé dans Paris; on dut s'empresser de développer conjointement la canalisation souterraine, pour parer à tous les inconvénients possibles.

L'évaporation, la vaporisation par les machines et l'imbibition par le sol n'absorbent guère que les 0,07 du volume d'eau livré à Paris; sur les 390 ou 400 000 mètres cubes qu'on veut lui donner, 375 000 au moins seront rendus aux égouts; pour en assurer l'évacuation, le réseau comprendra 1 026 500 mètres de conduites souterraines, y compris les branchements particuliers, qui représentent 200 kilomètres sur ce chiffre total. Au 1er janvier 1873, on en comptait déjà 641 238 mètres de construits.

On emploie onze types différents d'égouts, variant de $2^{m^2},42$ à $18^{m^2},70$ de section, comprenant les collecteurs principaux, les collecteurs secondaires et les égouts sans cunette. Les rues de plus de 20 mètres de largeur ont un égout sous chaque trottoir; celles au-dessous n'ont qu'un égout dans l'axe de la rue. Sur une longueur totale de 750 000 mètres de voies publiques que possède Paris, on en compte 50 kilomètres pourvus de doubles égouts, 450 environ avec des égouts simples et 200 encore dépourvus; les collecteurs principaux offrent un développement de 35 kilomètres.

L'extrados des voûtes doit être toujours à 1 mètre au-dessous du pavé; des regards sont établis à 50 mètres de distance les uns des autres.

Le nettoiement, par une combinaison savante des pentes, est rendu sûr et facile par un système ingénieux de chasses, obtenues au moyen de bateaux et de wagons-vannes.

Digitized by Google

Quand les études entreprises aujourd'hui sur tous les points pour l'utilisation des eaux d'égout permettront de rendre pratiquement à l'agriculture un engrais précieux, au lieu d'en infecter les rivières, au plus grand détriment de la santé publique, nous aurons résolu entièrement le problème, d'une façon qui pourra défier toute comparaison avec ce que l'Antiquité en ces matières a pu concevoir de plus grand.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE XIV

MINES. — CARRIÈRES. — SOURCES THERMALES.

Nous pouvons, sans grand effort, annexer à notre étude les Mines et toutes les branches qui en dépendent, ainsi que la Métallurgie du temps, car, dans bien des cas, elles touchaient directement aux Travaux publics, entendus comme travaux de l'État, et, de plus, alors comme aujourd'hui, elles appartenaient à la même famille de connaissances humaines.

§ Ier. — MINES.

LÉGISLATION DES MINES.

A l'origine de la République romaine, dit M. Caillaux, les mines (*metalla*) furent entièrement libres : le propriétaire du sol était maître absolu du fond et du tréfond, et restait simplement soumis au droit commun pour l'usage qu'il pouvait en faire.

Sous l'Empire, la législation fut assez confuse : on semblait, continue M. Caillaux, distinguer les *mines publiques* et les *mines privées;* dans les premières se rangeaient celles des pays conquis. Les mines privées étaient exploitées par les particuliers, en payant un impôt au fisc, comme tout autre bien producteur. Les mines publiques étaient concédées à des fermiers ou aux publicains, qui payaient à l'État une redevance annuelle ou une

Digitized by Google

dîme, acquittée parfois en métaux fabriqués. Ce serait l'origine du droit du *dixième*, perçu plus tard en vertu ou en imitation d'une ancienne législation romaine plus ou moins applicable.

Les droits qui régissaient les personnes et les biens, chez les Romains, et que nous avons énumérés au commencement de cette étude, permettent d'entrevoir plus clairement la situation faite à la propriété des mines. En sol quirite, elles appartenaient, comme tout autre bien, à leur propriétaire; elles étaient cadastrées toutefois, et payaient, comme tout autre bien foncier, l'impôt direct, généralement d'un dixième du produit (1), avec la redevance au propriétaire du sol, s'il y avait lieu.

En pays conquis, les mines, comme le sol lui-même, tombaient dans le domaine public romain, dans l'*ager publicus;* comme toute autre propriété, elles étaient prises par l'État, qui les faisait exploiter à son bénéfice, ou laissées en usufruit aux particuliers, qui payaient une redevance particulière marquant bien la condition usufruitière; quelquefois, elles étaient rétrocédées spécialement à leur propriétaire, ou bien, en passant avec le territoire ou la province à un droit supérieur, *italique, latin* ou *quirite*, elles pouvaient revenir en toute propriété à leur possesseur, sous la charge de l'impôt ordinaire (2).

Les Romains poussèrent avec une grande activité l'exploitation des mines hors de l'Italie, et leur firent rapporter des revenus considérables au Trésor; mais ils semblent avoir voulu ménager et réserver les ressources minières qu'ils possédaient auprès d'eux : un ancien sénatus-consulte, au rapport de Pline (liv. XXXIII), prescrivait aux mineurs d'épargner l'Italie; un autre édit censorial interdisait aux publicains d'employer plus de trois mille ouvriers aux mines d'Irtimule, près de Vercail.

---

(1) L'impôt foncier, nous l'avons vu, était, dans l'origine, du *dixième* du produit, comme l'indiquait son nom, *decima*.

(2) En Grèce, les mines étaient la propriété de l'Etat et louées à bail perpétuel et transmissible; elles payaient à l'Etat 1/24e de leur produit.

Digitized by Google

PERSONNEL DES MINES.

Le personnel attaché aux mines publiques comprenait : les *metallarii*, ouvriers ou condamnés aux travaux souterrains; Sémiramis avait déjà employé les prisonniers de guerre aux travaux des mines et des métaux; les *metallici*, ouvriers du jour.

Recrutés parmi les esclaves et les condamnés, sans aucun intérêt à leur travail, les ouvriers anciens ne durent mettre au service de l'exploitation des mines qu'une intelligence médiocre et un zèle douteux, qui ne permirent pas à l'art de s'élever aussi haut qu'il aurait pu le faire.

La ferme était donnée à des publicains, ou à des entrepreneurs ou exploitants, surveillés par des magistrats ou fonctionnaires d'un ordre élevé qui percevaient les redevances (*comites* ou *procuratores metallorum*).

Certaines mines furent gardées avec un soin jaloux : les mines de cinabre d'Almaden, dont parlent déjà Théophraste, Pline et Vitruve, étaient fermées par une porte dont la clef restait entre les mains du gouverneur, et l'on ne pouvait y entrer que sur un ordre de l'empereur lui-même.

Certaines exploitations étaient même fortifiées, comme les mines de cuivre de Mouzaïa (*Velisci*), en Afrique, qui étaient entourées de fortes murailles crénelées.

Il est assez difficile de dire de quels peuples les Romains apprirent l'art d'exploiter les mines; ils ne possédaient pas de grandes exploitations sur leur territoire primitif, et celles qu'ils rencontrèrent au fur et à mesure de l'avancement de la conquête, en Italie, en Espagne, en Gaule, en Grèce, étaient en pleine activité, si elles n'étaient déjà épuisées. Ils ne firent que suivre les errements antérieurs des Carthaginois, des Gaulois et des Grecs, dont les traditions et les méthodes se confondaient à peu près complétement. Il est probable que les Hébreux, les Carthaginois, les Grecs et les Romains furent redevables aux Chaldéens, aux Égyptiens et aux races d'Orient, en même temps que de la connaissance des métaux, de l'art de les extraire du

Digitized by Google

sol et de les préparer. Privés de notions géologiques, les Anciens eurent des données empiriques fort exactes et fort justes sur l'allure des couches et des filons; il est facile de le reconnaître à leurs travaux, puits ou galeries, qui accompagnent ou recoupent avec précision les gîtes, suivent les veines et les filons, les retrouvent assez souvent au delà des failles, ce qui dénote une certaine expérience, et les exploitent sur de grandes étendues; les anciennes recherches toutefois paraissent avoir été développées plutôt en direction, sur la crête des filons, comme ces excavations de 3 000 mètres de longueur trouvées en Alsace; quand elles durent s'enfoncer suivant l'inclinaison du gîte, le manque d'aérage et de ventilation et la difficulté des épuisements durent assez vite limiter les efforts.

OUTILLAGE DES MINEURS.

On a retrouvé dans les anciennes mines de cuivre des Asturies des haches en bronze (*dolabra*), des marteaux en pierre ou en fer (*mallei*), des coins en fer (*cunei*), des tenailles (*forcipes*), des lampes en terre cuite et des chaudières en bronze, qui faisaient partie de l'outillage des anciens mineurs.

On a ramassé sur d'autres points, au milieu du minerai abattu, à l'île d'Elbe et en Grèce, des pics en fer sans manche, des marteaux et des coins en fer.

Les haches et les coins, plus grands que les nôtres, et frappés au marteau, comme nos pointerolles, servaient à faire les havages, quand on procédait par abatage; souvent on émiettait littéralement la roche au marteau et au coin.

EXTRACTION.

Ils rejoignaient le gîte (*scrobes*) par des galeries (*fossæ*) à travers banc ou suivant le gîte, ou par des puits (*putei*).

Ces galeries inclinées, avec leurs parements dressés au marteau, s'enfonçaient quelquefois très-profondément; on en a

Digitized by Google

trouvé de plus de 110 mètres de profondeur pour l'exploitation des galènes argentifères en Espagne. Au dire de Pline, une galerie appelée *Bébulon,* en Espagne, ouverte par Annibal, s'enfonçait jusqu'à 1 500 pas (2 200 mètres).

L'épuisement de cette galerie plus ou moins plongeante devait être fort difficile; il se faisait jour et nuit, à la lueur des torches, par des hommes et *à la chaîne,* si nous comprenons bien le texte de Pline, qui dit : « *Per quod spatium Aquitani* « *stantes diebus noctibusque egerunt aquas lucernarum* « *mensurâ, amnemque faciunt.* » C'était également de main en main que les déblais ou le minerai étaient envoyés au jour, comme nous le verrons par un autre passage de Pline.

Quand les circonstances l'exigeaient, ils soutenaient ces galeries par des étais et des boisages (1) composés, comme les nôtres, d'un chapeau, de deux montants, et souvent d'une semelle; on retrouve la trace des montants et des chapeaux dans les galeries d'approche d'*Avaricum*, et dans les blindages pétrifiés à *Uxellaudunum* (Puy d'Issolu). Ces galeries avaient $1^m,60$ de largeur entre les pieds-droits, et $1^m,80$ de hauteur sous les chapeaux ou sous clef.

On rencontre en Espagne dans la Sierra de Lujar, et en Grèce dans l'Attique, des puits qui ont servi aux anciennes exploitations; ils descendent parfois jusqu'à 100 mètres et au delà; ils sont rectangulaires et de $1^m,30$ par $1^m,80$ de côtés; leurs parois sont dressées et lisses; on retrouve les entailles qui servaient à fixer les échelles pour la circulation des ouvriers.

L'extraction des minerais devait se faire à dos d'homme ou de main en main dans les galeries, et par les puits au moyen de treuils.

ÉPUISEMENT.

Les galeries de recherche inclinées ne permirent pas toujours l'écoulement naturel des eaux : il fallut alors épuiser à la chaîne, ou bien les doubler par des puits verticaux et

(1) « *Tellus ligneis columnis suspenditur.* » PLINE.

Digitized by Google

enlever l'eau avec des bennes; on a retrouvé dans les mines d'Espagne, pour remplir le rôle de nos bennes d'épuisement, de grands paniers en sparte, pour résister aux chocs contre les parois, soutenus par une monture en bois et goudronnés intérieurement; l'un d'eux pouvait contenir 150 litres; un poids pareil ne pouvait être manœuvré que par un treuil établi à l'orifice du puits.

Ailleurs, aux mines de pyrites cuivreuses du Rio-Tinto, l'épuisement était assuré par quatorze roues hydrauliques étagées, à augets et à couronne de 6 mètres de diamètre, élevant l'eau successivement d'une bâche à l'autre jusqu'au jour.

Ces moyens d'épuisement ne pouvaient toutefois combattre des venues d'eau bien abondantes, et l'on conçoit que les Anciens aient dû souvent être arrêtés par des difficultés de cette nature.

Sauf dans certains cas où plusieurs puits ou travers bancs pouvaient communiquer ensemble, on n'a rien reconnu qui pût avoir favorisé l'aérage artificiel des galeries et renouveler l'air vicié par la respiration des ouvriers et la combustion des lampes et des torches. Les difficultés du travail, dans ces conditions mauvaises, durent nécessairement encore borner l'avancement des galeries et des travaux de recherches.

MÉTHODES D'EXPLOITATION.

Cette difficulté dut conduire les Romains à exploiter le plus possible à ciel ouvert.

Les procédés d'abatage de la roche qu'ils employèrent, furent assez nombreux; quelquefois, comme nous l'avons dit, ils procédèrent sur le front de taille en arrachant la roche, pour ainsi dire, par morceaux avec le coin ou le marteau. Ils remblayèrent assez rarement derrière eux, quelle que fût la dimension de leurs chambres d'exploitation. Ils laissaient seulement, pour soutenir le toit, des piliers assez considérables, que nous allons souvent exploiter de nouveau.

Quand la roche était plus tendre, ils l'attaquaient par gradins droits et par des havages successifs.

Digitized by Google

On a parlé souvent de l'attaque par le feu et le vinaigre, comme pour la tranchée d'Annibal; mais ce procédé ne pouvait avoir quelque efficacité que sur des roches calcaires.

Pour les roches dures et quartzeuses, ils réussirent mieux en les *étonnant :* on retrouve à Las-Babias, sur les confins des provinces de Léon et des Asturies, des fronts où la roche a été visiblement attaquée par le feu, puis étonnée; on aperçoit des vestiges de canaux qui amenaient l'eau de plusieurs kilomètres sur les fronts de taille et à des laveries voisines. On trouve aussi des traces d'exploitation par le feu dans des exploitations anciennes du Vivarais.

La faiblesse de leurs outils et de leurs moyens d'action obligea les Romains à recourir à des expédients ingénieux pour diminuer la pénible tâche de l'abatage et obtenir les effets de dislocation que nous demandons à la poudre et à la dynamite.

En nous exposant les procédés employés pour extraire l'or, Pline nous met au courant des moyens d'attaque les plus puissants dont disposèrent les Anciens, et nous résume presque d'un seul coup tous les modes antiques d'exploitation des mines :

« On recueille les paillettes aux embouchures des fleuves : « le Tage en Espagne, le Pô en Italie, l'Hèbre en Thrace, le « Pactole en Asie (1), le Gange dans l'Inde.

« Ou bien on creuse des puits jusqu'à la rencontre des « filons, ou bien on met à profit les éboulements des mon- « tagnes (*ruina montium*) : on creuse les monts, on pro- « longe à d'énormes distances des galeries qu'éclaire la lueur « des torches...; ces galeries portent le nom technique d'*arru-* « *gia;* on laisse subsister de nombreux piliers pour soutenir la « montagne. (*Relinquuntur itaque fornices crebri monti-* « *bus sustinendi.*)

« Les mineurs rencontrent parfois des barrières de silex; « ils s'en débarrassent à l'aide du feu et du vinaigre, mais plus « habituellement, comme la fumée et le feu pourraient les « étouffer, ils brisent la roche en fragments d'environ 150 livres

(1) « *Quod Tagus et rutila volvit Pactolus arena.* » JUVÉNAL.

Digitized by Google

« (48 kil.), qu'ils enlèvent et rejettent nuit et jour au dehors, « à force d'épaules, en se les passant de l'un à l'autre. Lors- « que le silex a trop de puissance, ils le contournent par une « galerie.

« Le silex n'est pas l'obstacle le plus difficile à surmonter « dans les mines : on y rencontre un sol argileux mêlé de gra- « vier qu'on appelle terre blanche; l'extraire est presque im- « possible : on l'attaque avec des coins de fer et à coups de « marteau.

« L'ouvrage achevé, on détruit les piliers des voûtes (*cer- « vices fornicum*), en commençant par le haut et par les der- « niers...; la montagne brisée s'écroule.

« Un travail plus dispendieux consiste à amener sur le « flanc de la montagne ruinée des rivières qui coulent à « 100 milles de distance pour laver des éboulements; ces déri- « vations s'appellent *corrugi*, probablement du mot *corriva- « tio*. Voici comment on les établit : il faut d'abord s'assurer « d'une chute, afin que l'eau coure avec plus de force sur les « matières qu'elle doit laver; c'est donc des lieux les plus éle- « vés qu'on fait partir la dérivation. S'il se trouve une vallée ou « une coupure sur la ligne qu'elle doit suivre, on rétablit l'uni- « formité de la pente à l'aide de ponts-aqueducs; sur d'autres « points, on taille des roches inaccessibles (tranchées ou tun- « nels); des ouvriers suspendus à des cordes prennent le niveau, « enfoncent dans la roche de grosses poutres qui doivent sup- « porter le chenal...

« Le *corruge* débouche sur un point culminant; on y « creuse un réservoir de 200 pieds de large sur 10 de profon- « deur, dans la paroi duquel on ménage cinq ouvertures (*emis- « saria*) de 3 pieds carrés, fermées avec des bondes; le réservoir « rempli, il suffit d'ouvrir une des cinq bondes pour que l'eau « s'échappe avec tant de violence qu'elle entraîne les quartiers « de rocher.

« Dans la plaine commence un autre travail : les eaux « s'écoulent dans des conduites appelées *agranges* (*agrangæ*), « coupées par des barrages d'*ulex*, arbrisseau épineux propre à « retenir l'or. Les parois de l'*agrange* sont revêtues de planches.

« On lave encore dans ces canaux l'or extrait des puits.

Digitized by Google

« L'Asturie, la Gallicie et la Lusitanie donnent 20 000 li-
« vres pesant d'or. »

L'ulex était brûlé et ses cendres lavées pour retirer l'or.

Nous trouvons ainsi décrit par Pline le procédé de *dépilage*, que nous employons fréquemment, mais dans le but de supprimer les remblais et de régler l'affaissement des terrains supérieurs; le système même de Pline, qui n'est que l'abatage en grand, a été repris toutefois de nos jours par les mineurs californiens, et pour l'exploitation des schistes alumineux de la vallée de la Meuse.

Le procédé de lavage des roches éboulées a été appliqué de nos jours à l'abatage direct de la roche : en Californie, on emploie des jets puissants amenés par des conduites forcées sous des pressions de 30 à 40 mètres, contre le pied des terrains qu'on veut exploiter; les flancs des montagnes, attaqués par leur base, s'écroulent successivement, se désagrégent et sont entraînés par les eaux dans des canaux analogues aux *agranges*, mais les barrages d'ulex sont remplacés là par des poches de mercure qui amalgament et retiennent au passage les parcelles d'or. Ce moyen de désagrégation, extrêmement puissant, au rapport de M. Laur, qui en a observé les effets, peut abattre et laver en dix heures 3 000 mètres cubes de déblai, avec un volume d'eau six fois plus considérable. M. Duponchel a proposé d'appliquer ce procédé à la production d'alluvions artificielles, dont on conduirait au loin les courants limoneux pour le colmatage et la fertilisation de certaines contrées stériles, comme les landes de Gascogne.

LAVAGE ET CLASSIFICATION.

Pline nous a révélé un système de lavage et de classification du minerai (*vena*) assez complet, étant données les ressources limitées de l'époque : pour la préparation des *schlichs* ou minerais pulvérulents à traiter, on procédait, faute de bocard, au cassage des roches au marteau, puis au triage à la main, opérations très-

Digitized by Google

lentes, mais qui ne dépassaient pas les bornes de la patience dont les Anciens nous offrent à chaque instant les preuves dans l'exploitation des mines et des carrières.

Pour achever le broyage, avant ou après un grillage, ils se servaient de mortiers en pierre dure ou de meules coniques en porphyre (1), de forme analogue à celle de leurs moulins à blé.

Puis, la matière pulvérulente était enrichie et lavée par des courants d'eau dans des conduites ou chéneaux artificiels de plusieurs kilomètres, comme on en retrouve à Las-Babias, avec leurs sables métallifères encore déposés.

Ailleurs, comme le rapporte M. Ledoux de ses intéressantes explorations à travers les mines d'argent de la Grèce, les restes de nombreuses laveries qu'on retrouve représentent des bassins rectangulaires, cimentés, réunis par des canaux, et disposés autour d'une aire plane; l'un de ces bassins, qui garde les encastrements de deux longrines, devait être surmonté d'une sorte de crible; après un premier criblage, les matières se rendaient et se séparaient dans les autres bassins de dépôt; l'eau de lavage était recueillie précieusement dans de grands réservoirs cylindriques ou rectangulaires, creusés dans le roc et cimentés, d'une contenance de 300 à 1 500 mètres cubes. Un escalier, qui existe encore dans une paroi, permettait de descendre jusqu'au fond pour recueillir et enlever les boues encore assez riches.

MINES EXPLOITÉES.

Les Romains exploitèrent des mines d'or, d'argent, de plomb, de mercure, de cuivre, d'étain, de zinc, de fer, de soufre et de sel gemme, sans parler de la recherche des pierres précieuses, pour laquelle ils organisèrent des exploitations à ciel ouvert ou par des puits.

---

(1) Pline résume ainsi toutes les préparations du minerai : « *Quod effosum est, tunditur, lavatur, uritur, molitur in farinam ac pilis cuditur.* » On bat ce qui est extrait, on lave, on grille, on moud en poudre, puis on triture dans un mortier.

Digitized by Google

Quant à la houille, qui fut certainement connue des Grecs sous le nom de *lithanthrax*, elle ne fut pas exploitée ni employée par les Romains; ils la rencontrèrent cependant dans la construction de leurs aqueducs, près de Rive-de-Gier et de Fréjus; mais ils n'en firent pas usage, et consommèrent exclusivement le bois et son charbon. L'indifférence pour ce combustible se prolongea jusqu'au commencement du XVIIIe siècle.

ITALIE.

Les mines furent assez rares en Italie; Strabon parle des mines d'or des *Salassi* dans le val d'Aoste, et des *Taurisci-Norici* près d'Aquilée. On tira des galènes assez pauvres de la Toscane; la Norique produisait du fer, et les Étrusques exploitaient des mines de cuivre dans l'Ombrie et le Brutium. C'est ce que Virgile rappelait dans ces vers :

« *Hæc eadem argenti rivos, ærisque metalla*
« *Ostendit metalla, atque auro plurima fluxit.* »

Les plus importantes exploitations furent établies à Rio, dans l'île d'Elbe (*Ilva*), que Virgile citait aussi pour son inépuisable richesse :

« *Insula, inexhaustis Chalybum generosa metalli.* »

L'exploitation de ces mines de fer se faisait à ciel ouvert et par galerie; on a retrouvé des outils antiques perdus dans les roches abattues. Le minerai était transporté sur le continent pour être traité. Tacite et Tite-Live nous rapportent une disposition curieuse intéressant ces mines : après la prise de Rome par Porsenna, il fut stipulé dans le traité que le fer de l'île d'Elbe ne servirait qu'à fabriquer des instruments d'agriculture, et non point des armes.

Les mines de plomb de Monteponi, près d'Iglésias, en Sardaigne, présentent des traces importantes laissées par l'exploitation carthaginoise et romaine; là, on procédait à l'abatage lent et pénible par le coin et le marteau.

Digitized by Google

ESPAGNE.

Les mines faisaient la fortune de l'Espagne bien avant la conquête romaine; on y trouvait l'or, l'argent, le plomb, le cuivre, l'étain, le mercure, le fer, le soufre et le sel. Ces richesses précieuses avaient tenté de bonne heure les Phéniciens, puis les Carthaginois, qui avaient rapidement couvert, sous Asdrubal, les provinces minières de fondations importantes et d'exploitations considérables. Annibal retirait annuellement de 7 à 8 millions de ces mines de galène argentifère.

On trouvait l'or à Las-Babias, dans les Asturies et dans les chaînes parallèles au *Bœtis*.

Le plomb argentifère s'exploitait surtout aux environs de Carthagène, d'*Ilipsa*, de *Sisapon*, de *Castellon*, de Barcelone et d'Alméria, et dans la Lusitanie. Ces exploitations eurent, sous les Carthaginois, une telle activité, qu'on employait sur un seul point jusqu'à quarante mille ouvriers dans une seule mine. Pline nous rapporte gravement que ces mines de galène renaissaient d'elles-mêmes quand on les abandonnait, et, bien que de son temps on accordât une propriété toute pareille aux mines d'*Ilva*, il fournit, à l'appui de cette assertion, qui pouvait rencontrer par la suite plus d'un incrédule, cette preuve bien faite pour lever tous les doutes : la mine de Santarem, en Bétique, était affermée 200 000 deniers par an; après avoir été délaissée pendant quelque temps (Pline dit : « *postquam obliteratum erat* »), le bail fut renouvelé à 255 000 deniers!....

On a retrouvé, à Barcelone, des plaques épaisses de litharge provenant du traitement des galènes par coupellation, des fourneaux près d'Alméria, des saumons de plomb et des gâteaux d'argent à Carthagène.

On exploitait les pyrites cuivreuses à San-Domingo et à Rio-Tinto en Andalousie, et dans les Asturies.

La Lusitanie fournissait de l'étain, en concurrence avec les îles Cassitérides.

Les mines de cinabre d'Almaden (*Sisapon*) eurent une importance énorme; elles furent exploitées dès — 700 par les

Digitized by Google

Grecs, au dire de Pline; elles fournissaient au Trésor, pour le compte duquel elles étaient exploitées, 100 000 livres de cinabre par an. Sous l'Empire, ce produit était l'objet d'une surveillance si jalouse, qu'il était expédié directement à Rome, au rapport de Pline, en caisses scellées, pour être traité sous le contrôle de l'empereur.

Les Romains tirèrent le soufre de Mundo, entre Madrid et Murcie, et le sel gemme de Minglanilla.

GAULE.

La Gaule ne le céda en rien à l'Espagne pour la variété, le nombre et la richesse de ses exploitations.

Avant la conquête romaine, la Gaule produisait de l'or, qu'on recherchait sur les bords du Rhin, dans les Alpes, dans le centre (Creuse et Limousin) et dans l'Ariége; c'est ce qui explique la qualification de *Gallia aurifera,* que lui appliquent souvent les anciens auteurs. Les Gaulois extrayaient aussi le cuivre, l'étain et l'argent, dont ils se servaient pour leurs étamages et leurs placages si renommés. Mais l'absence de routes et de moyens d'action devait beaucoup ajouter aux difficultés de leur exploitation, quand les Romains vinrent imprimer à ces travaux une activité plus grande, en leur apportant des ressources nouvelles.

La Gaule, sous la domination romaine, fournit surtout de l'argent, du plomb, du cuivre, de l'étain et du fer; ses ouvriers produisaient un fer de qualité supérieure, qu'ils forgeaient et travaillaient avec une habileté sans pareille.

On trouvait en grand nombre les gisements de *galène argentifère;* les mines des Ruthènes étaient particulièrement productives, au dire de Tacite; le centre de ces exploitations était Largentière (Ardèche). On en retrouvait encore à Macot (Savoie), à Vialas (Gard), à L'Argentière (Hautes-Alpes), à Saint-Girons (Ariége), à Pontgibaud (Puy-de-Dôme) et à Saint-Avold (Moselle).

Des médailles, des poteries romaines rappellent l'ancienne exploitation du *cuivre* à Rozières, près de Carmeaux (Tarn), à

Digitized by Google

Baigorry (Basses-Pyrénées), à Saint-Gaudens (Haute-Garonne), au Coffre (Ariége), à Chessy (Rhône), à Cabrières (Hérault), à Vaudrevange (Moselle) et à Sainte-Marie-aux-Mines (Alsace).

On exploitait l'*étain* à Vaulry (Haute-Vienne), et, dans le plateau central, à Forgeas, Antraigues, Montebras, La Chaise. On trouve là des excavations à ciel ouvert coniques de 8 à 10 mètres de profondeur et de 30 à 40 mètres de diamètre.

On rencontre encore des traces d'exploitation romaine dans la Creuse à Bénevent, Monrioux et Ceyroux, et dans la Haute-Vienne près de Saint-Yrieix.

Mais les mines de fer tenaient la place la plus considérable. César parle des *magnæ ferrariæ* de la Gaule, qui fournissaient un fer excellent aux Venètes pour leurs câbles et les chaînes de leurs ancres. Les *Bituriges* (Bourges) et les *Petrocorii* (Périgueux) fabriquaient des produits renommés; les premiers excellaient en outre dans les travaux souterrains des mines, et le prouvèrent bien à César pendant le siége de Bourges (*Avaricum*).

Les traces des anciennes exploitations dont les produits, faute de moyens de transport, étaient traités sur place, sont marquées par ces énormes tas de scories ou *ferriers* dispersés un peu sur tous les points de notre territoire; ces scories servirent souvent à l'empierrement des routes, qui ont dû sans doute à cette pratique le nom de *routes ferrées*.

Ces anciens crassiers se trouvent le plus nombreux dans le Sénonais (appelé pays d'Othe) et dans le Gâtinais (Aube et Yonne). On rencontre là des tas de scories qui recouvrent, sur 2 et 3 mètres de hauteur, 3 hectares et même jusqu'à 10 et 12 hectares. Ils présentent, comme le fait remarquer M. Daubrée, des différences assez notables suivant leur position : sur les plateaux, ils sont encore riches en fer; dans les vallées, près des cours d'eau, ils sont beaucoup plus appauvris et se rapprochent davantage de nos laitiers, ce qui indique le concours d'un outillage et de procédés plus perfectionnés.

Ces anciennes exploitations se remarquent encore dans la Côte-d'Or à Thostes et à Beauregard, puis dans l'Aveyron près de Lunel, dans l'Indre-et-Loire, dans la Vienne près de Charroux, dans la Nièvre près de Clamecy, dans la Sarthe près du Mans et d'Allones, dans l'Orne à l'Aigle, à Rugles, à Saint-

Digitized by Google

Denis et à Carrouges, dans l'Eure près de Bernay, dans la Seine-Inférieure près de Forges, dans la Haute-Marne à Ronchaires, dans la Meuse à Tréveray, dans le Gard à Palmesalade, dans les Pyrénées-Orientales au Canigou, dans l'Ariége à Vicdessos; dans la Mayenne, on reconnaît des scories de fer sur les anciennes voies romaines.

Le Périgord est parsemé de ces ferriers; le silicate de fer conserve là parfois jusqu'à 60 pour 100 du métal; à Excideuil, on trouve sept ou huit crassiers, et de même à Hautefort et à Bergerac.

On rencontre les mêmes traces dans la province belge d'Entre-Sambre-et-Meuse.

Ces scories, reprises de nos jours et traitées à nouveau comme minerais de fer, sous le nom de *sornes* dans le Perche, par exemple, donnent encore jusqu'à 50 pour 100 de fer.

BRETAGNE.

On exploitait dans la Grande-Bretagne des mines de cuivre; on a trouvé près de Conway, à Caerhun (*Conovium*), des scories de cuivre datant de l'époque romaine.

Les Phéniciens et les Carthaginois allaient chercher par le détroit de Gadès le cuivre, le plomb et l'étain en Bretagne et dans les îles *Cassitérides* (Sorlingues, au sud-ouest); ils surent longtemps garder le monopole de ce commerce, qui les enrichit; les Romains cherchèrent à le leur enlever : Strabon raconte qu'un navire phénicien, poursuivi par un vaisseau romain qui voulait découvrir le but de son voyage, jeta sa cargaison à la mer et se lança sur des hauts-fonds, où le romain resta échoué; après la ruine de Tyr et de Carthage, les Phocéens et les Venètes héritèrent de ce commerce important.

Pline trouvait que les mines d'étain de la Bretagne payaient à elles seules largement les sacrifices que cette conquête avait coûtés.

Le fer fut produit en Angleterre peut-être antérieurement à la domination romaine. On trouve les traces nombreuses de

Digitized by Google

cette exploitation, avec des monceaux de scories et des monnaies romaines, dans les forêts de Dean et de Sussex, dans les comtés de Durham et de Northumberland, dans les vallées de la Reed et de la Tyne; on a rencontré à Wandsford, dans le Northamptonshire, l'attirail complet d'un bas-foyer de traitement datant de cette époque (pl. VIII, fig. 21-22).

GRÈCE.

Le cuivre, appelé par les Grecs χαλκὸς, qui sert d'étymologie au nom d'un grand nombre de provinces et de villes où il fut exploité, fut traité de bonne heure dans l'Hellade.

En — 57, les Romains s'emparèrent de Chypre, dont ils convoitaient depuis longtemps les riches mines de cuivre; ils appelèrent, du nom de cette île, ce métal *cyprium*, puis *cuprum*.

Les mines de cinabre des environs d'Ephèse, au dire de Théophraste et de Pline, furent rapidement épuisées; dès — 700, les Grecs allèrent chercher le mercure à Almaden.

Dans l'Attique, on exploitait déjà, en — 1500, dès le temps de Cécrops ou au moins de la guerre de Troie, d'après Xénophon et Vitruve, les mines de plomb argentifère du Laurium, promontoire terminé par le cap Colonne (*Sunium*), dont le sol a été fouillé dans tous les sens sur une surface de 20 000 hectares. Ces anciennes exploitations, décrites par M. Ledoux, alimentaient un grand nombre de fonderies, dont on retrouve les restes à Thorico, Cypriano, Ergastiria, Berzeko, Sinterini, etc. Ces mines étaient déjà considérées comme épuisées au temps de Strabon; des masses considérables de déblais et de scories dans le voisinage de ces puits, de ces laveries et de ces usines, rejetées par les premiers exploitants, étaient alors déjà reprises par les fondeurs de son temps, qui savaient extraire le plomb et l'argent délaissés par les procédés imparfaits de leurs prédécesseurs.

De nos jours, on a entrepris de traiter à nouveau tous ces débris de mines et ces scories, et de leur enlever, avec les procédés modernes, les 6 ou 7 pour 100 de plomb et les 100 ou 120 grammes d'argent qu'ils détiennent encore; les droits des

Digitized by Google

derniers exploitants français et italiens ont été méconnus par le gouvernement grec ; de ce conflit est sortie l'affaire du Laurium, qui a failli prendre une très-grande importance.

THRACE, ASIE ET AFRIQUE.

La Thrace produisait de l'argent.

La province d'Afrique envoyait particulièrement du cuivre, dont les mines principales se trouvaient à Mouzaïa.

Dès ses premiers rois, la Haute-Egypte exploita l'or.

L'Arabie, l'Assyrie, la Médie, l'Arménie, la Bactriane, la Perse et les Indes fournissaient l'or, l'argent, le cuivre, le fer et le plomb.

A l'extrême Orient, les métaux précieux furent beaucoup moins rares que le fer, contre lequel on les échangeait.

Le fer et le secret de sa fabrication se répandirent de l'Orient, de l'Assyrie, de la Perse et de l'Egypte chez les peuples occidentaux, par l'intermédiaire des Phéniciens, des Pélasges et des Etrusques, de ces derniers surtout, qui furent les premiers ouvriers forgerons de la Grèce, puis ensuite de l'Italie.

Digitized by Google

§ II. — CARRIÈRES.

Pour les carrières de matériaux courants, pierres de taille, moellons, blocages, pavés, dalles, etc., les Romains furent des explorateurs extrêmement habiles; ils les choisirent ou les écartèrent avec une intelligence remarquable des qualités ou des défauts que pouvaient présenter les produits. A ce titre, nous devrions rechercher plus souvent les anciennes pistes.

L'exploitation de ces carrières ne présenta aucune particularité remarquable; les Anciens les ouvrirent le plus près possible de leurs chantiers et leur appliquèrent, suivant les difficultés, les procédés d'extraction que nous avons indiqués pour les mines, ou que nous allons décrire pour les matériaux plus précieux.

Pour ces derniers, porphyres, granits, marbres, etc., auxquels ils assignèrent dans leurs constructions une grande place, ils ne craignirent pas d'aller les chercher fort loin et d'en faire l'objet de grandes exploitations permanentes.

Dans le choix des carrières, ils se préoccupèrent, en même temps que de la qualité des matériaux, de la facilité de l'embarquement et du transport; ils ne purent évidemment disposer, pour les mouvements de ces lourdes masses, que des services de la navigation; aussi les grandes carrières de l'Antiquité furent-elles toujours nécessairement placées à proximité des fleuves ou de la mer : c'est là que nous trouvons les carrières de la Luna, de Carrare, des îles de l'Archipel, celles de la Haute-Egypte et des bords du Nil, de Fréjus, du littoral de l'Afrique, du cap Matifoux et du Fort-Génois, etc. Les grandes exploitations furent généralement établies sur le flanc d'escarpements qui permettaient de descendre les blocs et de les embarquer directement au rivage.

On a retrouvé aux carrières de Sardaigne des colonnes de granit prêtes à rouler sur des plans inclinés qui conduisaient aux navires, retenues par des pieux en fer profondément fichés dans le sol.

En Sardaigne, à l'île d'Elbe, en Corse, dans les car-

Digitized by Google

rières algériennes, à celles de Syène et des cataractes du Nil, on a trouvé des colonnes, des obélisques de granit, de marbre, de porphyre à tous les degrés d'avancement, ce qui a permis de surprendre tous les anciens procédés d'extraction.

On se servait, pour les rainures et les havages, de marteaux, de coins ou de pics en fer, quelquefois à grain aciéreux ou en bronze trempé ; ces coins, beaucoup plus grands que les nôtres, devaient être manœuvrés comme des pointerolles et frappés avec des marteaux à deux mains.

On a retrouvé à Bonifacio une forge antique avec son charbon, qui devait servir à reforger et à rebattre les outils.

Quand les blocs de granit ou de porphyre n'étaient pas très-considérables, on procédait par gradins droits : on isolait le bloc par des saignées ou havages de $0^m,35$ à $0^m,45$ de profondeur et de $0^m,25$ de largeur, puis on détachait la face inférieure par une dernière saignée et des coins; on trouve des quartiers ainsi préparés, mais non encore complétement détachés, à la carrière de Bouléric, au-dessus de Saint-Raphaël (*Fanum Martis,* Var).

Quand les blocs étaient considérables et qu'il était avantageux de les faire glisser sur des plans inclinés, pour les rouler ensuite jusqu'au port d'embarquement, au lieu de conduire l'exploitation par gradins horizontaux, on attaquait le front de taille vertical par des gradins tracés à droite et à gauche en chevrons, par lits inclinés à 45 degrés environ; l'ensemble des gradins figure ainsi des lignes en arête de poisson; c'est suivant cette méthode que, dans les carrières voisines des précédentes, l'on trouve partiellement extraits des blocs de $7^m,00$ de longueur par $0^m,80$ de côté.

Ailleurs, on rencontre des blocs cubiques de $0^m,60$ à $0^m,80$ de côté, tout ébauchés sur le chantier, avec les trous de louve qui ont servi déjà à les barder. Sur d'autres points, on aperçoit des rainures circulaires prêtes à dégager des tronçons de colonne; les gradins, dans ce cas, étaient inclinés d'environ 30 degrés sur l'horizon.

L'embarquement se faisait dans la baie de Bouléric. Ces carrières étaient probablement exploitées par des condamnés;

Digitized by Google

on retrouve les restes de leurs logements avec des anneaux de fer qui servaient probablement à attacher ces malheureux pendant la nuit. On sait que Constantin, en supprimant les jeux sanglants de l'amphithéâtre, avait envoyé aux carrières les criminels condamnés auparavant à être livrés aux bêtes.

On voit aux carrières de Syène et des cataractes du Nil des obélisques ébauchés, et d'autres dont l'extraction était toute préparée; on reconnaît toujours les mêmes méthodes et les mêmes moyens, avec des havages et des coins en fer ou en bronze. Il en est de même aux carrières de marbre brèche d'Algérie, à celles des gorges de la Rafna, de Djebel-Filfila, etc.

Digitized by Google

§ III. — SOURCES THERMALES.

La plus grande partie des sources thermales fréquentées de nos jours furent connues des Romains.

On venait de très-loin leur demander des soulagements et la santé; témoin les Vases Apollinaires, qui retraçaient aux baigneurs de Vicarello, près de Rome, le chemin qu'ils avaient fait pour venir de Gadès.

L'aménagement des sources minérales tint une grande place dans les travaux hydrauliques de l'époque romaine. Les stations thermales sont spécialement désignées dans les *Tables* de Peutinger par des portiques carrés; les belles ruines qui décorent les eaux d'Aix, d'Amélie, de Néris et de Bourbon-l'Archambault, les noms que portaient les villes, nous révèlent bien toute l'importance que ces établissements avaient prise dès l'éque romaine. Ces eaux étaient également recherchées en Italie, en Gaule, en Espagne, en Helvétie, en Afrique; la thérapeutique du temps, fort pauvre de moyens et de ressources, devait alors surtout recourir fréquemment à leur action et leur faire jouer le rôle de panacée universelle.

Dans le captage de ces sources précieuses, les ingénieurs romains apportèrent le plus grand soin et montrèrent bien qu'ils avaient à leur disposition toutes les ressources d'un art très-avancé.

Si leurs connaissances géologiques, fort restreintes, ne leur permirent pas de découvrir, de deviner les sources (1), comme on sait le faire de nos jours, ils excellèrent dans l'art de les bien conduire.

Il existait, pour la mise à découvert et le captage des sources, des règles précises et certaines qu'on reconnaît appliquées, sans grandes variations, aux anciens travaux de Vichy, de Néris,

---

(1) Au siége d'*Uxellaudunum*, les assiégeants surent pourtant bien détourner les sources qui alimentaient la ville, et priver d'eau les assiégés.

Digitized by Google

d'Evaux, de Bourbon-Lancy, de Bourbon-l'Archambault, de Saint-Honoré, de Luchon, de Bagnères, d'Aix, de Plombières, de Luxeuil et d'Amélie.

On pratiquait la découverte des eaux minérales en roche par des tranchées à front vertical et plate-forme horizontale, ou par le foncement de puits à la roche, et l'on réalisait le captage ou l'enchambrement par des tubes ou des colonnes montantes combinés avec des barrages ou des massifs de retenue et des semelles de béton.

Ils procédaient, dit M. François, le plus généralement par découverte à ciel ouvert, soit à flanc de coteau, comme à Saint-Honoré ou à Bourbon-Lancy, soit perpendiculairement au thalweg du lieu des sources. A la plate-forme de la découverte, ils fonçaient des puits à la roche, ou implantaient des tubes ou colonnes de captage.

Ils consolidaient l'émergence par des massifs de retenue et par des semelles de béton; on trouve à Plombières, à Luchon, à Vichy des massifs de retenue considérables. Mais la semelle de béton était plus fréquemment employée : tantôt elle recouvrait tout l'espace entre des puits à la roche, comme à Bourbon-Lancy et à Saint-Honoré, tantôt elle recouvrait la plate-forme pour enserrer et soutenir les tubes de captage (Evaux, Néris, Bagnères); d'autres fois, la semelle entourait une série de bassins et de piscines et remplissait tout l'espace qui les séparait.

On ne trouve nulle part, dans les travaux de découverte gallo-romains, trace de sondages ou de galeries souterraines, sauf à Aix-les-Bains, où l'on rencontre une galerie de quelques mètres d'avancement.

Les tubes et les colonnes de captage étaient en bois (Luchon, Bagnères), ou en briques (Evaux, Amélie, Néris, Bourbon-Lancy), ou en pierre (Saint-Honoré, Plombières, Luxeuil, Bains, etc.).

On garde les restes des bassins antiques à Niederbronn, à Aix-les-Bains (*Aquæ Gratianæ* ou *Domitianæ*), à Bourbonne, à Saint-Galmier (*Aquæ Segestæ*), à Aix (*Aquæ Sextiæ*).

On faisait aussi des citernes pour emmagasiner les eaux, comme on en trouve des exemples en Espagne.

Ces travaux étaient exécutés dans des conditions de solidité

Digitized by Google

et de durée qui les ont conservés jusqu'à nous, malgré l'action souvent destructive des eaux qu'ils dirigeaient : les puits romains de Saint-Honoré, de Bourbon-Lancy, de Néris, de Bourbon-l'Archambault servent encore.

De nos jours, on préfère explorer et capter les sources thermales par des galeries souterraines et par des sondages.

Nous avons signalé la plupart des eaux thermales fréquentées dans la Gaule à l'époque romaine; on en trouvait encore dans les autres provinces :

En Helvétie, à Baden (*Aquæ*), source sulfureuse très-estimée.

En Espagne, on avait des stations thermales à Banos, à Alhama de Aragon (*Aquæ Bibilitanæ*), à Alhama de Murcie, avec des citernes voûtées pour recueillir les eaux, et encore à Archena, etc.

En Afrique, on rencontrait, entre autres établissements, *Aquæ Tibilinæ* près d'Announa, Hamman-Berdan (*Aquæ Tibilitanæ*) et Hamman-Rir'a (*Aquæ Calidæ*).

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE XV

MÉTAUX ET PROCÉDÉS MÉTALLURGIQUES

Les Chaldéens, les Egyptiens et les races d'Orient enseignèrent aux Hébreux, aux Grecs et aux Romains l'usage et la préparation des métaux. Les services que ces agents rendirent furent si grands, disent MM. Ronna et Petitgaud, que les Grecs divinisèrent les mortels qui les avaient traités les premiers et en firent les *génies métallurges* qui présidaient les uns aux mines, les autres aux forges de fer, d'airain, etc.

On a toutefois beaucoup de peine à reconstituer les procédés métallurgiques des Anciens, des Romains surtout; les auteurs en parlent fort sommairement; la métallurgie, comme alors toute industrie, comme le travail des mines et des carrières, était abandonnée à des étrangers, à des esclaves, à des condamnés, à des ouvriers tarés et flétris qui, pour se rendre plus importants, entretenaient un certain mystère autour de leurs opérations, et qu'en outre on fréquentait et l'on interrogeait assez peu volontiers.

Sur les données assez vagues et assez succinctes qui nous ont été transmises, nous allons essayer de résumer l'histoire des métaux à l'époque romaine. Les découvertes archéologiques ont permis de suppléer sur bien des points au silence ou aux erreurs des auteurs anciens.

On a pu prendre quelquefois l'industrie antique sur le fait, et l'on reste frappé des vastes connaissances techniques dont elle disposait déjà; devançant toute théorie, elle pratiquait, en

Digitized by Google

quelque sorte d'instinct, la réduction des oxydes, des carbonates et des sulfures par le grillage ou par la calcination avec du charbon; les Anciens expulsaient les gangues dans les scories, et savaient séparer le plomb et l'argent par la coupellation et isoler le zinc et le mercure par sublimation; leurs procédés se compliquaient souvent de recettes et de mélanges empiriques, comme on en trouve l'indication dans Pline; mais, débarrassés de ces détails inutiles, ils se rapprochent étonnamment, dans leurs traits principaux, des données de la pratique moderne, et n'en diffèrent que par des moyens d'action et des appareils moins variés, moins puissants et moins perfectionnés.

L'État se fit métallurgiste et posséda des fonderies impériales (portées dans la *Notice de l'Empire*) pour le traitement des minerais provenant de ses mines ou de la contribution du dixième, payée en nature par les exploitations privées. Ce qui l'indiquerait encore, c'est que les saumons de plomb qu'on a retrouvés dans la Gaule, sont marqués au nom des empereurs Néron, Hadrien ou Septime-Sévère.

OR.

L'or fut connu de toute antiquité; dans l'Asie centrale, en Judée, il fut même longtemps plus commun que l'argent; les Assyriens l'employaient à profusion. Il venait alors de l'Inde, du pied de l'Himalaya, de la Perse, de la Bactriane, de la Médie, de l'Arabie, de l'Assyrie, de la Colchide (Pactole), de la contrée d'Ophir, du pays de Sofala (côte orientale de l'Afrique), de la Macédoine, de la Gaule et de l'Espagne.

Il devint de bonne heure le signe représentatif de la valeur; mais ce ne fut que sous Darius (vers — 560) qu'il fut monnayé.

Les Romains ne connaissaient pas le moyen d'amalgamer l'or avec le mercure pour le séparer des matières étrangères qui pouvaient l'accompagner. Comme on employait l'or à l'état natif, sa composition n'était pas fixe, et il contenait souvent de l'argent, du cuivre et même du fer.

L'or était recherché, comme aujourd'hui par les orpailleurs, dans les rivières et torrents aurifères; Diodore de Sicile, Pline et Strabon rapportent que le Rhône et d'autres rivières de la

Digitized by Google

Gaule (Rhin, Aveyron, etc.) charriaient des paillettes d'or et que les Gaulois les retiraient péniblement des sables. Les Grecs exploitaient de même les rivières de la Thessalie et de la Macédoine; celles de la Bosnie, de la Servie, l'Hèbre, le Tage et le Pô, au temps de Pline, étaient l'objet de recherches pareilles. On a retrouvé les anciennes laveries d'Haliacmon, sur le versant oriental du Pinde; les Bohémiens exploitent encore là des sables aurifères avec des couvertures de laine et des toisons, comme aux temps légendaires des Argonautes, par les procédés de Jason et de la Toison d'or, décrits par Appien.

On disloquait encore les massifs aurifères par abatage, et l'on traitait les éboulis par de grands courants d'eau à forte pression, comme l'indiquait Pline, procédé réédité et perfectionné de nos jours par les mineurs américains.

ARGENT.

L'argent fut contemporain de l'or; quoique Moïse n'ait parlé que du fer et du cuivre, l'argent était connu déjà sous Abraham. Aux époques les plus reculées, ce métal fut si commun en Chine, dans les Indes, en Perse, en Médie, en Judée et en Phénicie, qu'on l'employait même à faire des stylets, des lances et jusqu'à des outils agricoles; on l'échangeait contre le fer et l'airain, beaucoup plus rares et beaucoup plus propres à ces usages. Les Juifs, au temps d'Abraham, eurent une monnaie d'argent, le *sicle d'argent* (1 fr. 47). On en fit des lames pour revêtir les tables, les parois, les statues, etc. On sut de bonne heure battre l'argent et l'or en feuilles très-minces; on a retrouvé à Ninive des clous dont les têtes étaient recouvertes d'or ou d'argent plaqué.

Les Romains et les Gaulois surent argenter surtout *à la feuille;* M. Girardin a rencontré à Avranches des pièces gauloises en cuivre recouvert d'argent. Pline dit que de son temps les faux-monnayeurs fabriquaient, dans les premières années de l'Empire, des pièces *fourrées*. Les Gaulois furent très-habiles dans la fabrication du *plaqué* d'argent : on a découvert à Alise des objets d'airain et de cuivre plaqués d'argent, et aussi des agrafes en fer damasquinées d'argent et fabriquées en Bourgogne. On

Digitized by Google

faisait des miroirs d'argent. Ce métal servait encore, depuis les temps les plus reculés, concurremment avec l'or, comme base des échanges.

Les Anciens reconnaissaient l'or et l'argent à la pierre de touche, qu'ils appelaient *pierre de Lydie*. Ils ne surent pas séparer l'or de l'argent sans perdre l'argent.

L'argent fut presque toujours tiré du sulfure d'argent, et, le plus souvent, des galènes, et, probablement aussi, de certaines pyrites cuivreuses argentifères.

Les plus anciennes mines furent exploitées au pied septentrional du Brenner, à Gassenssass ; les Romains battaient monnaie à *Vipitenum* (Sterzing?) avec les métaux qui provenaient de ces exploitations. Mais c'est de l'Espagne que provenait la plus grande partie de l'argent antique, exploité et rapporté par les Phéniciens d'abord, puis par les Carthaginois, et enfin par les Romains, qui s'en emparèrent tour à tour, attirés les uns après les autres par les précieuses richesses que ce pays recélait. Les mines du Laurium en avaient aussi fourni des quantités considérables dans tout le cours de l'ère ancienne.

Les Égyptiens et les Hébreux connurent et pratiquèrent la coupellation ; elle est indiquée vaguement par Diodore de Sicile, Pline et Strabon : « Un sujet de surprise, dit Pline dans son « *Histoire naturelle,* c'est que, pour purifier l'argent, il faille « le calciner avec du plomb ou de la galène. » On a retrouvé à Barcelone des plaques épaisses de litharge, au cap de Gate près d'Alméria cinquante-deux fourneaux de coupellation (1), et aux environs de Carthagène des saumons de plomb incomplétement dépouillés de leur argent et les gâteaux d'argent qui en provenaient.

M. Ledoux a décrit les fours de réduction découverts au milieu des scories amassées autour des anciennes usines de l'Attique, et remontant à la période grecque. Ils étaient très-bas,

---

(1) Ces coupelles étaient faites d'une argile réfractaire appelée par les Anciens *tasconium*, qui a laissé son nom aux creusets, *tasco* en espagnol : « *Catini fiunt ex tasconio ; hoc est terra alba similis argillæ; neque enim alia* « *flatum* (vent des soufflets) *ignemque et ardentem materiam tolerat.* » (PLINE.)

Digitized by Google

cylindriques, d'environ 1 mètre de diamètre, et construits avec des micaschistes du Laurium ou avec des trachytes très-réfractaires de l'île de Milo. Le combustible était du charbon de bois provenant des forêts du pays ; le courant d'air était fourni par des soufflets mus à bras d'hommes. Au-dessus des fours, de hautes cheminées devaient aspirer et enlever les fumées délétères du plomb. Le plomb d'œuvre, fondu et exposé au courant d'air, s'oxydait, se transformait en litharge qu'on enlevait, et l'argent restait au fond du creuset. On a retrouvé non pas les fours de coupellation, mais, au milieu des scories, les débris des litharges jaunes et rouges qui en provenaient (1) ; ces litharges, ou *écume d'argent*, comme les appelle Pline, étaient revivifiées et donnaient du plomb pauvre. Le plomb d'œuvre du Laurium pouvait contenir de 1 500 à 3 000 grammes d'argent par tonne.

PLOMB.

Le plomb remonte aux premiers âges ; il est signalé dans le Livre de Job ; l'abondance de ses minerais, la facilité de leur traitement durent le rendre bientôt très-commun. Il fut en effet très-usuel aux Indes, en Chine, en Assyrie, en Egypte et chez les Hébreux. On savait le laminer en tables, en feuilles même très-minces pour écrire : le poëme d'Hésiode, les actes publics furent fixés sur des lames de plomb. On employait le *plomb noir* (2) en feuilles pour les tuyaux, les bâches, les cercueils ; on les agrafait avec des clous ou on les soudait avec de la résine et du métal liquide ; on l'interposait dans les joints des pierres de taille, on l'employait pour le scellement des crampons, pour les balles de fronde, etc. La galène servait au vernissage des poteries. En traitant le plomb par le vinaigre, on savait obtenir la céruse.

On a retrouvé à Evreux, à Lillebonne, à Châlon, des saumons de plomb d'une pureté étonnante, même pour notre épo-

(1) « .... *Sudorisque qui è camino jactatur, spurcitia, in omni metallo* « scoria *appellatur.* » PLINE.

(2) Pline appelle le plomb *plumbus niger*, pour le distinguer du plomb blanc (*plumbus albus*), qui était l'étain.

Digitized by Google

que, ayant la forme de nos gueuses de fonte, marqués au nom des empereurs Néron, Hadrien ou Septime-Sévère et sortant sans doute des fonderies impériales; les uns pesaient 43k,500, les autres 70k,900.

L'usage des inscriptions sur les objets en plomb était fort répandu ; on en retrouve jusque sur les balles de fronde, comme l'a révélé M. Desjardins.

L'Espagne faisait concurrence à la Grèce pour la production du plomb; les Phéniciens le transportaient en Egypte, en Afrique et en Asie. La Bretagne en fournissait beaucoup; elle payait en nature avec ce métal le tribut romain.

Dans le traitement le plus primitif, on grillait la galène pour chasser le soufre; on traitait ensuite le mélange d'oxyde et de sulfate par le charbon de bois dans un fourneau à manche; les types de fourneaux de réduction antiques, très-simples et très-petits, furent sensiblement les mêmes dans l'Attique et en Espagne, en Angleterre et en Toscane, pour le traitement du plomb, du cuivre, du fer ou de l'étain. Les types modernes ne diffèrent guère que par les dimensions des appareils anciens. On obtenait le plomb d'œuvre, la scorie et souvent la *cadmie* ou oxyde de zinc, qui se déposait en plaquettes dans la cheminée ou contre les parois du four, et dont faisait grand usage la médecine du temps.

Le plomb servit à affiner l'or déjà sous Cyrus, vers — 600; la coupellation semble cependant n'avoir été pratiquée que plus tard dans l'Occident.

MERCURE.

Le mercure (*hydrargyre* ou *argentum vivum*) paraît avoir été connu de très-bonne heure dans l'Antiquité; les mines de cinabre d'Ephèse furent rapidement épuisées, et, dès — 700, les Grecs l'importaient d'Almaden: sous Pline, on en tirait jusqu'à 100 000 livres par an (1). Il servait à la dorure de l'argent et du cuivre, à la séparation de l'or et de l'argent.

(1) Cette importation représentait 33 à 34 tonnes; l'importation actuelle de mercure en France, pour suffire à tous les emplois modernes, varie de 125 à 250 tonnes par an.

Digitized by Google

Le cinabre, sous le nom de *minium*, était employé comme fard, et pour la peinture des vaisseaux, des statues, des lettres gravées ; une loi défendait de le vendre au-dessus de 70 sesterces (environ 17 francs) la livre.

L'extraction du mercure du cinabre est indiquée dans les œuvres de Pline, de Dioscoride, de Vitruve ; Dioscoride, contemporain de Pline, médecin à la suite des légions romaines, qui écrivit un des premiers ouvrages sur la matière médicale, décrit ainsi l'opération : « On place, dans un creuset de terre, une « assiette de fer contenant du cinabre, puis on y adapte un « chapiteau ou *ambic*, en le lutant tout autour, enfin on « allume du charbon au-dessus de cet appareil. Alors, le mer- « cure se sublime et vient s'attacher au chapiteau, où, par le « refroidissement, il se condense et prend la forme qui le carac- « térise. » Pline indique aussi le même procédé de préparation, après un premier traitement par le vinaigre et un broyage dans un mortier, pour se débarrasser sans doute de la gangue calcaire qui l'accompagne souvent.

CUIVRE.

L'Archéologie pense que le bronze précéda le fer, et s'appuie sur cette opinion pour distinguer deux grands âges préhistoriques ; la Métallurgie estime que la fabrication du fer, avec des hématites riches, par exemple, fut beaucoup plus simple et par suite se produisit plus tôt que la préparation du bronze, qui comportait la production antérieure du cuivre et de l'étain, leur fusion, la coulée et le moulage.

Les archéologues citent à l'appui de leur opinion l'extrême abondance des pièces en bronze opposée à la rareté des objets en fer ; on peut répondre que ces derniers s'oxydent et finissent par disparaître, même dans les climats les plus secs ; et l'opinion des métallurgistes, grâce aux découvertes nouvelles, qui étendent tous les jours l'histoire du fer, étayée par des faits plus certains que des spéculations vagues et souvent contredites, pourrait bien finir par triompher.

Quoi qu'il en soit, le cuivre fut certainement, comme l'or et l'argent, un des premiers métaux connus et mis en œuvre.

Digitized by Google

Plusieurs poëtes et historiens de l'Antiquité se sont prononcés avant les archéologues, pour accorder, sans produire toutefois de raisons bien probantes, au cuivre une ancienneté plus grande qu'au fer; Hésiode prétend ainsi que la troisième génération ne connaissait pas le *fer noir*. Par sa malléabilité, sa dureté relative, augmentée encore par une certaine trempe, il dut certainement remplacer bien vite le bois, la corne, les os, les pierres et le silex dans l'outillage des peuples primitifs.

L'alliage du cuivre avec l'étain (*æs*, *chalcos*, χαλκὸς, on désigne souvent sous le même nom le cuivre et le bronze) remonte très-haut dans l'histoire des nations : on l'attribue aux plus anciens peuples de l'Asie, aux Aryas, qui l'apportèrent en Orient, et aux Galls, qui l'importèrent ensuite en Europe, seize siècles avant notre ère.

Les Indiens avaient trouvé le moyen de l'adoucir par le trempage au rouge cerise dans l'eau froide, et de le durcir, au contraire, par des recuites et des refroidissements lents et successifs (1). Grâce à cette opération, l'airain put entrer dans la confection des outils, des armes, qu'on pouvait facilement mouler et couler; il devait même, pour cet emploi, être longtemps d'un meilleur usage que le fer plus ou moins doux, dont beaucoup de peuples disposaient seul à cette époque. Cette application du bronze trempé aux outils taillants et tranchants a été fort discutée et contestée : M. Caron a retrempé, d'après les procédés antiques, des sabres de bronze, avec lesquels il a pu entamer, sans les ébrécher, le bois le plus dur et des lingots de zinc.

Les anciens fabriquaient le laiton (*aurichalcum*) avec le cuivre et le zinc, et même directement avec la calamine; dans

---

(1) Ces opérations de la chauffe du forgeage et du trempage de l'airain et du travail du fer sont merveilleusement retracées dans ces vers de Virgile décrivant les forges de Vulcain :

« *Ac veluti lentis Cyclopes fulmina massis*
« *Quum properant, alii taurinis follibus auras*
« *Accipiunt redduntque, alii stridentia tingunt*
« *Æra lacu; gemit impositis incudibus Ætna*
« *Illi inter sese magna vi brachia tollunt*
« *In numerum, versantque tenaci forcipe ferrum.* »

Digitized by Google

les médailles de laiton, le zinc entrait pour une proportion de de 15 à 20 pour 100.

Les Romains savaient forger le cuivre et tous ses alliages.

Le cuivre fut tiré d'abord des mines de la Grèce, de l'Ombrie, puis surtout de l'île de Chypre, qui donna au métal son nom latin (*cyprium*, puis *cuprum*); plus tard, on alla le chercher en Espagne, en Bretagne, en Gaule, en Afrique et en Arménie.

Certains minerais carbonatés furent d'un traitement facile; on se servit aussi, pour l'ornementation, de certains carbonates, comme l'azurite de Vaudrevange.

Les difficultés que la sidérurgie rencontre de nos jours dans le traitement des pyrites cuivreuses, font supposer que, pour produire les énormes quantités de cuivre et de bronze consommées par les Romains, on dut s'adresser à des gisements, aujourd'hui épuisés, ou de cuivre natif ou de carbonate; ce qui fut le cas des mines de Chessy.

On a retrouvé, près de Conway, en Angleterre, des lingots et des scories de cuivre qui datent de l'époque romaine.

Une simple fusion suffisait alors à faire prendre nature au métal. Pline se borne à nous dire qu'on exploitait le cuivre comme les autres métaux, et qu'on soumettait ensuite le minerai à l'action du feu (*igni perficitur*); ailleurs il signale encore, comme traitement, le grillage des minerais de cuivre, à Capoue; il ajoute que, dans l'île de Chypre et dans l'Acarnanie, après le grillage des pyrites, on calcinait le produit obtenu avec du miel; le miel agissait par son carbone, mais ce n'était pas un agent réducteur bien économique.

De La Sauvagère donne le croquis d'une série de fours en briques d'origine romaine trouvés dans des fouilles, près de Marsal (pl. VIII, fig. 23-24-25). Ces fours, du type des fours de boulanger, étaient elliptiques, de 2 mètres au grand diamètre et de $1^{m},65$ au petit, et de $0^{m},80$ de hauteur sous clef. Ils étaient rangés en ligne et tournaient leur porte, de $0^{m},40$ de largeur, les uns d'un côté, les autres de l'autre. La sole était formée de grandes briques d'argile fine et recélait des parcelles de cuivre; on trouva dans la fouille des débris de poteries portant la marque CASSIVS. Ces fours devaient servir au traitement du

Digitized by Google

cuivre, et présentent peut-être une première application du four à reverbère, dans laquelle le foyer et le laboratoire ne sont pas encore séparés.

On savait étamer le cuivre et le fer; ce fut, dit encore Pline, une découverte gauloise; on sut remplacer par l'étain l'argent qu'on appliquait sur les mors, les pièces de harnachement, et l'on étendit le procédé à la fabrication de la batterie de cuisine; cette industrie fut originaire de Provins, mais les habitants de Bourges et d'Alésia se firent une grande réputation pour la perfection des objets de cette nature qu'ils savaient produire.

ÉTAIN.

L'étain, ou *plomb blanc* de César et de Pline, fut connu dès l'origine des sociétés asiatiques; Moïse en fait mention, mais on le connut pourtant un des derniers. Il fut très-abondant en Perse, dans les Indes, en Chine. La facilité de sa réduction par la calcination avec du charbon dans le fourneau le plus grossier, permit de le produire de bonne heure.

Avant notre ère, les Phéniciens et les Carthaginois allaient le chercher aux îles Sorlingues par le détroit de Gadès. On le tirait en même temps de l'Armorique et de l'Espagne.

On a retrouvé des traces nombreuses de ces anciennes exploitations dans la Loire-Inférieure, le Morbihan, la Creuse et la Haute-Vienne. Il fut toutefois assez cher pour que Denys de Syracuse fit frapper de la monnaie d'étain. Pline nous dit qu'on l'employa dans les soudures et à l'étamage du fer et du cuivre. On l'obtenait, à peu près comme aujourd'hui, en traitant son oxyde, facilement réductible, par le charbon.

ZINC.

La découverte et l'emploi du zinc remontent beaucoup plus haut qu'on ne le croit généralement : les Indiens, les Chinois, les Egyptiens, les Grecs et les Romains le connurent parfaitement; ces derniers en fabriquèrent l'alliage, qu'ils appelaient *auricalque* ou *oricalque*, correspondant à notre cuivre jaune ou lai-

Digitized by Google

ton. On en trouve dans les monnaies antiques de Trajan, de Vespasien et de Caracalla ; on a découvert à Pompéi un fronton en zinc ; les Romains préparaient encore l'oxyde blanc de zinc (*pompholix*) pour des usages médicaux. Ils traitaient la calamine (carbonate et silicate), qu'ils appelaient *cadmie ;* Dioscoride dit qu'on savait en extraire le zinc en la chauffant avec du charbon. Les gisements de calamine de Sardaigne durent être exploités dès l'époque romaine, et peut-être plus tôt par les Carthaginois. On trouvait aussi, dans le traitement des plombs de l'Attique, déposées contre les parois, de véritables cadmies (oxyde), qu'on devait employer directement comme le pompholix ; c'est peut-être cette origine qui lui valut le nom de *plomb blanc;* d'autres auteurs anciens regardent le zinc comme une variété d'étain.

Pline semble indiquer une méthode de préparation directe du laiton avec un minerai appelé également *cadmie,* présentant mélangés le cuivre et le zinc ; ce pouvaient être des minerais sulfurés ou carbonatés de cuivre et de zinc, qui, traités par le charbon dans un petit fourneau, donnaient un mélange des deux métaux ou un laiton. Les explications et les données très-confuses et fort obscures du rapport de Pline tiennent au mystère dont les anciens fondeurs entouraient leurs opérations.

FER.

Le fer n'existant pas à l'état natif et sa production offrant d'assez grandes difficultés, on a pu croire qu'il fut postérieur aux autres métaux, au cuivre et à l'étain notamment. Il est bien délicat de préciser ce point d'une manière certaine, au milieu des temps auxquels il faudrait remonter. La Genèse dit pourtant que le fer et l'étain furent travaillés par Thombal-Caïn, fils de Lamech et de Silla, 2 975 ans avant J.-C., et qu'on en fit des glaives et des instruments tranchants ; les Védas des Indiens font remonter à peu près au même âge la connaissance du fer forgé. Les Grecs l'attribuaient à Vulcain ; Homère et Hésiode, 900 ans avant notre ère, décrivaient tous les procédés employés pour réduire et forger le fer.

Pour passer de ces spéculations vagues dans le domaine des

Digitized by Google

preuves matérielles, on peut dire que les Egyptiens firent entrer ce métal dans leurs ouvrages, 2 000 ans avant J.-C. : on a trouvé des clous et des anneaux en fer encore polis dans le tombeau de Sebau; ils durent même connaître l'acier, et l'acier le plus dur, pour pouvoir sculpter et graver sur le granit, souvent avec tant de délicatesse, leurs inscriptions et leurs reliefs.

Les Assyriens employèrent très-bien le fer dans des constructions élevées vers — 1200. M. Layard a trouvé au palais de Nimroud, datant de — 880, une scie de $1^m,12$ de longueur et de $0^m,12$ de largeur ; on se servait déjà de fer au lieu de bronze pour la tête des marteaux ; on a trouvé des statues en fer empâtées dans du bronze, des armures à mailles et des casques en fer de bonne qualité.

Dans les fouilles de Ninive, on a découvert près de 160 tonnes d'outils en fer, chaînes, anneaux, pics, pioches, marteaux, etc.; ce fer était aussi d'excellente qualité, malléable et se forgeant très-bien.

En — 830, on employa le fer à la construction du Temple de Salomon.

Les Carthaginois remplacèrent de bonne heure le bronze par le fer ; on a trouvé en Espagne, dans une galerie d'une mine de plomb argentifère, à 110 mètres de profondeur, des pics en fer à grain aciéreux, d'une belle qualité, à côté de médailles carthaginoises.

Le cuivre et le fer furent ainsi connus dès les temps les plus reculés; leur usage se propagea d'une façon inégale, à cause des difficultés de la mise en œuvre : le cuivre pénétra et se répandit peut-être plus tôt que le fer dans l'Occident; il jouit d'une longue faveur, dûe sans doute à son inaltérabilité ; les Grecs paraissent avoir appris les premiers, vers — 900 seulement, le travail du fer, qu'ils enseignèrent à l'Italie, à l'Espagne et à la Gaule; mais auparavant les Phéniciens importaient déjà le fer de la Mer-Noire et de la Laconie.

On a beaucoup recherché les origines de la métallurgie en Angleterre ; on croit que les procédés de traitement furent importés par les Romains, qui eurent des exploitations dans les forêts de Dean et de Sussex, et ont laissé après eux des tas énormes de scories, dans lesquels on retrouve des monnaies de leur temps.

Digitized by Google

Les Etrusques, dès — 700, exploitèrent les mines de l'île d'Elbe, qui, depuis vingt-six siècles, n'ont pas cessé de livrer leurs produits à toute l'Europe et méritent bien l'épithète d'inépuisables (*inexhausta*) que leur octroie Virgile ; une légende ancienne assurait qu'elles se remplissaient d'elles-mêmes. Les Romains tirèrent aussi du fer des mines de la Norique.

Dans la métallurgie primitive, il ne fut pas question du produit intermédiaire, la fonte ; les Romains employaient la méthode directe, plus ou moins analogue à la méthode catalane, et obtenaient en une seule opération un fer plus ou moins malléable ; les scories retrouvées renferment encore beaucoup de fer, comme celles de la méthode catalane, et peuvent être comparées à nos scories d'affinerie ou de puddlage.

On sait peu de choses sur le développement progressif de cette importante industrie. On retrouve sur les catacombes thébaines des croquis précieux représentant les anciennes fabrications égyptiennes : on voit fréquemment reproduit avec le même type pour la fusion du verre, la cuisson des objets céramiques, ce que nous pourrions appeler leur *fourneau des hautes températures :* il représente un cubilot ou plutôt un grand fourneau à moufle de la taille d'un homme, soufflé par des ouvreaux et laissant passer la flamme par sa cheminée (pl. VIII, fig. 26). Le soufflage fut connu de bonne heure ; il était entré déjà dans la pratique des Grecs, car Homère représente Hephæstos (Vulcain) réunissant les matières qui doivent constituer le bouclier d'Achille et les plaçant dans un fourneau dont le feu est activé par vingt paires de soufflets (φῦσαι). Un bas-relief romain figure Vulcain et ses compagnons à leur forge. D'autres reliefs reproduisent des soufflets (*folles*) semblables à ceux de nos jours.

Pline parle de deux sortes de fer : le fer mou et ductile comme du plomb (*ferrum molle et plumbo vicinum*), et le fer aigre et dur comme le bronze (*fragile et ærosum*) ; il dit ailleurs que certaines forges (*fornaces*) fabriquaient le fer le plus dur et le plus propre à trancher ; d'autres le fournissaient compacte pour les marteaux et les enclumes ; l'acier et la trempe furent connus, car Pline parle de certaines eaux, celles de Côme par exemple, comme donnant une meilleure trempe que d'autres.

Suivant les minerais et, sans doute, le mode de traitement,

Digitized by Google

les Romains surent donc obtenir, comme nous le faisons dans la méthode catalane, du fer ordinaire ou du fer cédat ou acier naturel ; ils eurent même recours, avec des minerais moins purs, moins fusibles, à des méthodes plus compliquées pour se débarrasser des gangues, car ils employèrent des fondants.

Pline, résumant l'opération de la réduction, s'étonne du phénomène de liquation qui précède la formation de la loupe spongieuse : « *Mirum, quum excoquatur vena* (minerai), « *aquæ modo liquari ferrum, postea in spongias frangi.* »

Les Romains, dans la méthode de traitement qu'ils pratiquèrent et vulgarisèrent, employèrent des fourneaux qui se rapprochent beaucoup de nos bas-foyers ; on a retrouvé pour la fonte des métaux, comme pour le traitement du fer, un fourneau (*caminus*) à Wandsford, dans le Northamptonshire (pl. VIII, fig. 21-22), avec sa cuve, son creuset, les rigoles de scories et de coulée pour les métaux autres que le fer ; il était formé d'une cuve ou tronc de cône renversé avec un ouvreau pour l'admission de l'air ou le soufflage, la coulée du métal ou le retrait de la loupe, et le départ des laitiers ; une dame en argile devait fermer le creuset.

Ils connaissaient les fondants dans la préparation du fer : Théophraste parle de chaux et de pierres appelées *pyromaques*, qu'on ajoutait pour la fusion du métal, ou plutôt des gangues ; ils durent fabriquer alors, sinon une sorte de fonte, un fer très-mal épuré et cassant, le *fer aigre et dur* pour enclumes, dont parle Pline. On savait, à côté, produire le *fer doux*, car on a trouvé dans des thermes du pays de Galles des fers très-malléables.

Ces opérations et ces traitements se faisaient dans le voisinage des forêts, qui seules donnaient alors le combustible nécessaire ; comme la consommation de minerai était considérable, à cette époque où la réduction était fort incomplète, et que les moyens de transport faisaient défaut, on plaçait les fourneaux sur le carreau de la mine, à proximité des forêts, mais en se rapprochant plus de la mine, dont les amas de scories marquent assez exactement l'ancienne place.

Dans l'origine, il semble que les fourneaux aient été établis sur les hautes montagnes, afin que le vent favorisât naturelle-

Digitized by Google

ment le tirage ; comme le fait remarquer M. Daubrée, à cette époque correspond un traitement irrégulier, imparfait, caractérisé par des scories très-riches en fer ; plus tard, la fabrication fut plus soignée : on souffla les fourneaux, qu'on put établir plus commodément au fond des vallées, près des cours d'eau, pour l'enlèvement facile des produits ; on obtenait alors une température plus élevée et plus égale ; les scories de cette seconde époque sont plus pauvres et se rapprochent beaucoup de nos laitiers actuels.

On obtenait un fer, souvent imparfaitement malléable, mélangé de scories et d'oxyde non réduit, qu'on portait sous le marteau et qu'on façonnait en loupes plus ou moins grossières, plus ou moins bien débarrassées des gangues et des matières étrangères. C'était l'enfance de la méthode catalane, dont on fait remonter les premières grandes applications à l'époque romaine, et qui ne pouvait s'appliquer qu'à des minerais très-riches et très-fusibles, dans les pays où le bois était abondant, comme en Espagne et le long des côtes de la Méditerranée, où l'on rencontrait, au pied de vastes forêts, des minerais de fer oligiste spéculaire, des hématites ou du fer magnétique.

On a retrouvé en Suisse des sortes de massiaux de 4 à 7 kilogrammes, en double pyramide quadrangulaire ; c'était la forme sous laquelle on livrait le fer brut aux forgerons, qui le travaillaient ensuite.

Ce furent les procédés primitifs, non susceptibles de grands perfectionnements, qui servirent à la fabrication du fer jusqu'aux XVe et XVIe siècles, et même presque jusqu'au siècle dernier. On peut bien signaler pour le traitement des minerais peu fusibles, avec l'intermédiaire de la fonte, les premiers essais de hauts-fourneaux par les métallurgistes styriens du VIIIe siècle ; mais ce procédé nouveau ne sera sérieusement perfectionné qu'au XVIe siècle par les Anglais, pour arriver de nos jours à la merveilleuse puissance que nous admirons.

Quant à l'acier, il paraît originaire des bords du Gange ; les Egyptiens le reçurent par la Mer-Rouge, au moins vers — 1600 ; les Grecs le connurent plus tard, mais Homère le désigne très-nettement. Il dut être d'un précieux secours aux Assyriens, aux

Digitized by Google

Phéniciens et aux Egyptiens pour tailler, dans le granit ou le porphyre, leurs bas-reliefs, les sphinx, les obélisques et graver leurs hiéroglyphes si délicatement tracés : le fer, le cuivre, le bronze le plus dur n'auraient pu y réussir.

Les Gaulois, si habiles pourtant dans le travail des métaux, ne le connurent que fort tard ; pour résister aux Romains, ils n'eurent que leurs épées en fer sans pointe, qui s'émoussaient contre les glaives en bronze et les cuirasses, les corselets et les boucliers des Romains. Mais ils apprirent bien vite cette fabrication nouvelle, et, sous la domination impériale, pour utiliser l'habileté sans pareille des ouvriers gaulois, on établit de grandes manufactures d'Etat à Strasbourg et à Mâcon pour la fabrication des traits et des flèches, à Autun, Amiens et Soissons pour les boucliers et les cuirasses, et à Reims pour les épées.

Digitized by Google

CHAPITRE XVI

LA TRADITION ROMAINE
A TRAVERS LE MOYEN-AGE ET LES TEMPS MODERNES
JUSQU'A NOS JOURS

Les plus nombreux et les plus importants ouvrages parmi ceux que nous venons de rappeler, sont dus à cette période qui suit les guerres de Marius et de Sylla, et se continue jusqu'à la fin des Antonins, de — 50 à + 192; et, dans ces limites, le premier siècle de notre ère nous apparaît comme le plus brillant et le plus fécond, sous la puissante impulsion des empereurs les mieux obéis, Auguste, Néron et Trajan.

De ce passé glorieux, ne reste-t-il rien que les épaves imposantes, mais inutiles, et quelques pages d'histoire dont nous venons d'évoquer le souvenir? Sommes-nous donc profondément séparés par seize ou dix-sept siècles de ces œuvres et de leur temps?

Ne s'est-il rien transmis de ces grands exemples et de ces magnifiques leçons, pour former les grands maillons de cette chaîne qui relie à travers les âges le présent au passé?

Il nous a paru intéressant, comme complément nécessaire et comme conclusion naturelle de cette étude, de rechercher la tradition romaine, de la suivre dans ses résurrections et dans ses transformations successives, et de la retrouver à peu de distance de nous, sous nos pas mêmes, parfaitement vivante encore sous d'autres formes, et gardant une large place dans nos pratiques et dans nos institutions modernes.

Digitized by Google

Quand une civilisation s'est élevée au degré de splendeur et de force que nous avons admiré, elle ne peut s'éteindre tout d'un coup sans retour : les peuples, comme les hommes, peuvent mourir, mais leur génie ne saurait périr avec eux tout entier. Les Chaldéens, les Assyriens, les Indous, les Égyptiens, les Perses se sont légué successivement le fruit de leur expérience et de leurs découvertes, avant de se disperser et de disparaître, et c'est ainsi que la civilisation générale, au milieu des fluctuations les plus diverses, ne rétrograde jamais, progresse toujours au contraire, en ajoutant chaque jour une conquête nouvelle à celles du passé. Après les plus effroyables de ces désastres qui ne laissent après eux que le désert et la ruine, la vie intellectuelle et morale trouve toujours quelque oasis hospitalière où elle puisse se retirer et s'abriter avec ses biens les plus précieux, et là, comme dans un sanctuaire, s'entretiennent quelques étincelles du feu sacré qui suffisent un jour à embraser tout un monde nouveau.

Après la chute de l'Empire d'Occident, une partie de la civilisation romaine fut transportée en Orient, mais elle s'abâtardit bientôt aux mains d'un peuple démoralisé, au contact des civilisations étrangères de la Perse et de l'Arabie ; une autre partie se réfugia plus pure dans le nord de l'Italie, en Lombardie, et dans le midi de la France, dans la Septimanie et dans l'Aquitaine ; c'est cette tradition, demeurée intacte, que nous allons voir émerger du milieu barbare dans lequel elle a semblé un instant s'abîmer, armer les races latines, leur restituer peu à peu leur ancienne prépondérance, et subjuguer à son tour les envahisseurs qui avaient pensé les accabler.

En ce qui concerne l'objet spécial de notre étude, pour reprendre leur essor, les travaux d'utilité publique durent attendre pendant des siècles des temps propices : la restauration d'une autorité souveraine incontestée ou d'une organisation municipale très-forte.

Tant que le principe fécond de l'association ne sut pas intervenir dans les grandes entreprises, jusqu'à notre temps, les grands travaux ne purent s'exécuter qu'à l'ombre d'un pouvoir absolu et despotique, comme celui de Sémiramis, de Pharaon ou de Sésostris, ou sous l'action directe de la vie municipale

Digitized by Google

bien entendue; quand la collectivité est resserrée, les intérêts rapprochés, le lien commun puissant, les grands sacrifices particuliers ou généraux, bien compris et bien en vue, se font courageusement; et nous n'avons rencontré dans notre étude qu'une assez faible partie de ces sacrifices héroïquement consentis par les municipalités romaines et leurs citoyens : les temples, les amphithéâtres, les cirques, etc., en avaient exigé de bien plus grands encore ! Les empereurs de leur côté, avec les moyens puissants dont ils disposaient, avaient créé parallèlement de grandes choses. Alimentés par ces doubles ressources, les Travaux publics avaient atteint, sous les Romains, une grandeur et une importance avant eux sans exemple.

Les empereurs respectèrent longtemps à côté d'eux ce génie municipal si libre et si fécond; mais, après les Antonins, à partir de Trajan même, le pouvoir central, ébranlé, vint s'immiscer dans les affaires des municipalités, pour les protéger d'abord contre leurs dépenses excessives, ensuite pour comprimer leur indépendance, qui inquiétait l'autorité jalouse et contestée de l'empereur; à partir de ce moment, le lien municipal s'énerva et se relâcha, l'indifférence et l'égoïsme envahirent le cœur des citoyens, les grands travaux municipaux furent suspendus; le Trésor public ne fut plus assez fort ni assez riche pour suppléer tout seul aux concours qui firent défaut tous ensemble, et la décadence gagna bientôt les deux branches des Travaux publics, ceux de l'État comme ceux des municipalités.

C'est la situation que vint surprendre l'invasion des Barbares; ici, elle fut compromise plus encore; là, elle réussit à se maintenir en vivant sur le passé; mais elle ne se releva complétement, par la suite, qu'avec la reconstitution du pouvoir central ou la résurrection de la vie municipale.

Parmi les contrées, comme l'Italie, la Gaule et l'Espagne, qui s'étaient fortement imbues des traditions romaines, leur avaient dû une grande prospérité et devaient être portées à la leur redemander, l'Italie, épuisée par l'avidité des Barbares, restera trop longtemps divisée et morcelée dans son corps, dans ses intérêts et dans ses institutions, ruinée par les guerres intestines et étrangères, pour qu'on puisse suivre facilement chez elle, si ce n'est d'une façon locale, les destinées de l'héritage an-

Digitized by Google

tique ; c'est toutefois, remarquons-le bien, aux profondes racines laissées par la tradition romaine, malgré le relâchement qui marqua les derniers siècles du régime impérial, aux anciennes habitudes de décentralisation, au réveil des vieilles mœurs municipales, autrefois si fortes, que, en l'absence de tout lien national, les grandes villes italiennes redevront isolément, pendant des siècles, au commencement des Temps modernes, leur puissance et leur splendeur.

L'Espagne, de son côté, envahie de bonne heure, demeure courbée jusqu'au XIIIe siècle sous le joug d'une civilisation trop différente, s'appartient beaucoup trop tard pour offrir à notre observation l'exemple d'un développement normal et régulier.

C'est le peuple gaulois qui rentre le plus tôt en pleine possession de lui-même et de son génie, qui, le premier dans le groupe latin, peut travailler à reconstituer son unité et sa vie nationales; c'est lui qui peut le mieux nous montrer ce qu'il a sauvé de cette brillante civilisation antique, et les éléments de force et de vitalité qu'il lui a empruntés.

Les Gaulois avaient été les plus brillants élèves qu'eussent formés les Romains; l'école gallo-romaine ne le céda en rien à aucune autre. Nos pères, nous n'avons pas à le leur reprocher, avaient pris de bonne heure leur parti de la conquête romaine; infatigables, chercheurs, généreux, enthousiastes, ils s'étaient laissé promptement séduire par les grandeurs et par les charmes de la civilisation nouvelle; ils s'en étaient bientôt assimilé la part utile et bonne, non point servilement, mais en en rejetant les erreurs et les vices, vers lesquels leur âme naïve et sauvage se sentait peu attirée. Au lendemain de la défaite, alors que la Gaule, envahie, atterrée, rendue à merci, sans chefs, anéantie enfin, semblait condamnée à végéter désormais presque sans nom sous l'étroite constitution d'une province romaine, et que son génie propre courait le risque de sombrer pour toujours, elle s'était résolûment redressée, s'était saisie de cette civilisation romaine, si puissante qu'elle l'avait terrassée, se l'était appropriée en l'ajustant à ses goûts et à sa taille, et moins d'un demi-siècle après, à l'avénement de l'Empire, elle s'était relevée de cette immense chute, avait trouvé une prospérité qu'elle n'a-

Digitized by Google

vait jamais connue aux temps de ses anciennes divisions intestines, et avait déjà conquis le premier rang parmi les provinces, qu'elle éclipsait toutes par sa richesse, son activité et son influence.

La civilisation gallo-romaine montra même de grandes qualités qui manquèrent à son aînée : celle-ci avait eu plus d'intelligence que de foi enthousiaste, plus de sens pratique que de hautes pensées, plus de froide raison que de générosité et de cœur; tout ce qui lui manqua se retrouva chez les Gallo-Romains, qui surent se garder plus facilement des excès et des raffinements énervants; l'esprit pratique ne finit jamais chez eux, comme à Rome, par se renfermer dans l'unique souci des intérêts égoïstes et personnels; la passion du bon et du beau les garantit contre la volupté et le sensualisme, qui finirent par déborder la vieille société romaine. Un seul auteur peut-être, le calviniste François Hotman, a essayé, dans sa *Franco-Gallia*, de démontrer qu'une hostilité constante avait toujours séparé les Gaulois des Romains, qu'une alliance secrète les avait de tout temps réunis contre Rome aux peuples germaniques; dans ce système, l'invasion des Francs leur aurait apporté l'affranchissement d'un joug odieux. Cette assertion est contredite par l'ensemble de tous les faits : avec cette fougue que nous tenons d'eux, les Gaulois s'étaient lancés, de bonne heure, sur les leçons de leurs nouveaux maîtres, dans toutes les innovations : ils avaient couvert leur sol de monuments comparables, supérieurs parfois à ceux de la métropole; c'est pour cela que, dans le cours de cette étude, nous avons pu prendre si souvent chez nous nos meilleurs modèles et nos exemples les plus parfaits, sans nous abandonner à un mouvement inconsidéré d'amour-propre national. La Gaule était devenue bientôt, comme nous l'avons dit, la première des provinces de l'empire, par sa richesse, son industrie, sa puissance de production, son goût pour tous les arts, et son influence politique. Elle se fondit si bien dans cet empire, qu'elle n'essaya d'aucune révolte, contrairement à ce que firent les Bretons, les Germains et les Ibères; le sentiment de la grandeur romaine devint même bientôt si puissant chez elle, qu'il lui créa un nouveau patriotisme : elle eut un tel souci de la dignité de l'empire dont elle faisait partie, que les légions

Digitized by Google

gauloises protestèrent les premières contre les turpitudes du règne de Néron, et proclamèrent en 68, sous l'Aquitain Vindex, la déchéance de cet empereur.

Quand l'Empire d'Occident tomba (476), la Gaule recueillit la succession romaine et l'héritage de son art, qu'elle garda toujours sur quelque point de son territoire comme un dépôt inviolable.

INVASIONS DES BARBARES.

Les premières invasions venues de la Germanie au Ve siècle, les Goths, les Suèves, les Visigoths, les Burgundes, les Vandales et les Huns n'épargnèrent pas la Gaule, que les barbares germains avaient commencé de bonne heure à convoiter comme une riche proie : Attila ravagea, pour sa part, de fond en comble Metz et vingt autres villes; notre pays résista pourtant à ce premier ban, qui ne sut rien fonder de durable; mais à l'arrivée du second ban, au VIe siècle, l'Empire d'Occident s'était écroulé, Syagrius, le dernier Romain des Gaules, fut défait à Soissons, et le monde ancien resta un moment submergé par cet autre flot d'ennemis.

En ce qui concerne la Gaule, sous les coups répétés de ces nouvelles hordes germaines, grossières, avides et brutales, qui se répandirent sur tout son territoire, en emportant déjà comme une trombe sur sa route tout ce qui existait, richesses et institutions, l'effondrement, plus terrible qu'après l'invasion romaine, menaça cette seconde fois d'être complet; heureusement pour elle, la force de résistance qu'elle pouvait emprunter au génie gallo-romain n'était pas affaiblie; mais le mal était grand : noyée et perdue, comme la minorité qui la représentait, au milieu de ces flots de barbares, la civilisation eut cette fois une immense tâche à remplir pour convertir et gagner à sa cause les natures les plus réfractaires et les plus hostiles à ses principes; l'œuvre de revendication dut être extrêmement lente; il lui fallut plusieurs siècles pour déplacer tous les obstacles et toucher au succès.

Pendant toute l'époque mérovingienne (Ve-VIIIe siècles), il fut à peu près impossible de rien reconstituer avec le concours des *leudes;* ceux-ci, habitués à la vie sauvage et indépendante de leurs

Digitized by Google

forêts, ne purent se plier aux abstractions nouvelles, et surtout à l'idée de l'impôt, qui, dans leurs habitudes, n'était frappé que sur les vaincus; ils ne conçurent pas cette synthèse qu'on appelle l'État; il faudra longtemps pour que ces idées romaines pénètrent dans leurs cerveaux naïfs et triomphent de leur égoïsme barbare. En attendant, jusqu'à Chilpéric et Dagobert, le Trésor royal ne se soutint que par les impôts des anciennes cités romaines et par les dons royaux qu'il put obtenir de la seule libéralité des leudes.

ÉPOQUE DE CONSERVATION ET D'IMITATION (V^e-VIe SIÈCLES).

Le génie romain s'était retiré et conservé particulièrement dans le midi de la France, en Septimanie et dans l'Aquitaine, où il avait jeté et garde encore aujourd'hui ses plus vieilles et ses plus profondes racines; c'est de là qu'il entreprit la conquête patiente des Barbares. Dès la grande migration du IVe siècle, les Visigoths et les Ostrogoths, qui étaient venus s'établir sur les bords du Danube, en contact avec la civilisation romaine, s'étaient déjà laissé quelque peu toucher par cette grande charmeresse; plus tard, à leur seconde étape, au terme de leur course, ils se retrouvèrent encore à son contact, les Ostrogoths en Italie, les Visigoths en Aquitaine, et laissèrent sans résistance achever par elle leur conversion toute préparée : on vit ainsi Théodoric (510) voulant rendre à l'Italie sa prospérité d'autrefois, réparer les édifices publics, les théâtres, les thermes, les aqueducs, bâtir des palais et des églises, dessécher des marais, construire le bel aqueduc de Spolète, faire exploiter des mines de fer dans la Dalmatie, des mines d'or dans le Brutium, etc.

Il en fut tout de même dans l'Aquitaine pour les Visigoths d'Alaric, sur lesquels la civilisation romaine exerça sa contagion ordinaire; c'est de là qu'elle rayonnera encore sur tout le Nord. Sans attendre même cette influence, en dehors de l'Aquitaine, quand la fureur et l'ivresse de l'invasion furent passées, les Barbares germains, une fois établis, se piquèrent de conserver et de comprendre les formes et les œuvres d'une civilisation plus avancée; ils utilisèrent l'organisation gallo-romaine et cherchèrent à

Digitized by Google

sauver les monuments qui avaient échappé aux premières dévastations (1); ils n'eurent toutefois pas d'assez grandes ressources pour les imiter, si ce n'est dans des œuvres relativement modestes, pour les habitations particulières et les palais, qui furent copiés des *villæ* romaines.

Les Visigoths, dans le Midi, surent perpétuer avec beaucoup plus d'initiative et de succès les arts de l'ancien empire. Aussi, malgré l'antagonisme profond qui régna entre le Nord germanique et grossier et le Midi roman et policé, les rois francs durent venir chercher souvent leurs inspirations à la cour visigothe; Chilpéric lui emprunta l'idée et le mécanisme des premiers impôts; les reines Brunehaut et Galswinthe, nées et élevées chez les Visigoths, transportèrent avec elles dans les cours de Neustrie et d'Austrasie d'autres idées romaines; Brunehaut entreprit de grands travaux d'intérêt général et fit réparer le réseau des anciennes voies dans la Flandre. Un peu plus tard, Dagobert, après un voyage dans ses États, frappé du mauvais état des routes, par un capitulaire qui nous est resté, punit les entreprises et les usurpations sur les grands chemins d'amendes proportionnées à l'impôt payé pour l'entretien de ces voies, que son édit partage en *viæ publicæ*, *viæ convicinales* et *semitæ*. L'idée de cet impôt payé par les fonds voisins et cette classification elle-même sont évidemment des réminiscences toutes romaines.

PÉRIODES D'ANARCHIE ET D'ABANDON (VII-VIIIe SIÈCLES).

Malgré ces premiers essais, les temps ne sont pas encore venus où la barbarie germanique doit reculer devant la civilisation méridionale; il faut qu'auparavant l'autorité et les lois qu'elle édicte, préparent la voie en réprimant les excès et les violences, et ce devoir seul suffirait déjà pour longtemps à les

(1) Beaucoup de ces ruines furent le fait des Gallo-Romains, qui fortifièrent à la hâte leurs villes ouvertes, au IVe siècle, après la première invasion des Barbares ; ils prirent ce qu'ils avaient sous la main, et sacrifièrent beaucoup de monuments dont on retrouve les tronçons de colonnes dans les soubassements des remparts.

Digitized by Google

occuper tout entières ! Mais la royauté est encore absorbée par bien d'autres préoccupations : il lui faut souvent tout abandonner pour lutter contre les compétitions entre les nationalités qui se partagent le territoire (Neustrie, Austrasie, Aquitaine), contre les influences qui se disputent l'autorité, contre l'ambition des maires du palais, pour l'établissement du principe contesté de l'hérédité royale; dans cette période, toute remplie d'ambitions étroites et d'égoïsme brutal, il n'y a pas de place pour des fondations utiles, et l'héritage reçu du passé se voit tous les jours compromis, sinon diminué.

RESTAURATION ROMAINE DE CHARLEMAGNE (IXe SIÈCLE).

La dynastie carlovingienne vient enfin mettre plus d'ordre dans ce monde barbare. Charles-Martel et Pépin le Bref préparent la place à Charlemagne, qui se lève pour agrandir et achever un moment l'œuvre de constitution de l'État sous le pouvoir incontesté du souverain.

Charlemagne exerça le despotisme, mais en homme véritablement grand; il se rendit un compte exact des besoins de son empire, et entreprit de le faire vivre non-seulement d'une vie régulière et uniforme, mais d'une vie intelligente et civilisée. C'est dans les institutions romaines qu'il puisa évidemment son inspiration et ses modèles.

Il voulut reprendre la tradition complète du gouvernement romain, copier l'administration et les ordonnances romaines, qui s'offraient naturellement à lui pour l'organisation de son vaste empire. Pour restaurer l'art antique, dont les modèles avaient peu à peu disparu au milieu de l'anarchie barbare, il aurait bien pu emprunter ses modèles à l'Empire d'Orient encore debout, mais il préféra les demander dans toute leur pureté à Rome et aux Lombards, qui les gardaient soigneusement; il ne put toutefois le défendre du contact du byzantin et de l'arabe, qui régnaient alors dans toute leur splendeur.

Mais il n'y avait plus d'impôts publics, et le souverain ne disposait que des revenus de ses domaines, des dons gratuits et des tributs des pays conquis. Comme il attachait une grande

Digitized by Google

importance à la facilité des communications, nécessaire aux voyages de ses légats impériaux, les *missi dominici*, un capitulaire de lui, de 793, remit en vigueur l'ancienne coutume, laissée par les Romains, qui obligeait les populations à exécuter les travaux de construction et de réparation des chaussées, des ponts, sur l'ordre et sous la direction des comtes et de leurs officiers, et n'exemptait personne de ces corvées ; nul, grand ou petit, ne pouvait se soustraire à cette contribution ; on construisit et on répara ainsi des routes et plusieurs voies romaines par bans ou corvées, avec le concours des troupes ; les *missi dominici*, renouvelés des *procuratores* et des *curiosi* de l'empire romain, devaient tenir la main à l'exécution de ces mesures. Il encouragea de tout son pouvoir l'exploitation des mines en France et en Allemagne ; il voulut aussi développer le commerce dans son empire, et, dans ce but, il traça lui-même le plan d'un canal qui devait relier le Rhin au Danube (1) ; il fit restaurer des ponts, entre autres le pont de Mayence, rallumer des phares, institua trois lignes de postes (2), etc. Malheureuse-

(1) Ce canal devait joindre le Regnitz, affluent du Mein, à l'Altmuhl, affluent du Danube, ou Nuremberg à Regensbourg, comme le fait dans les Temps modernes le canal Louis.

(2) Les successeurs de Clovis, trouvant encore une partie de l'ancienne organisation des postes romaines, la conservèrent ; elles comprenaient alors les *paravereda*, qui correspondaient sans doute aux *courses rapides*, et les *angaries* ou transports par corvées ou réquisitions ; des capitulaires du VIIIe et du IXe siècle, rappelés par M. de Rothschild, visent et réglementent ces prestations. Charlemagne eut grand soin de ce service, indispensable aux inspections de ses *missi dominici*, et institua, au rapport de Julianus Taboetius, trois lignes de postes (*tres viatorias stationes*), allant en Italie, en Germanie et en Espagne. En même temps il réglait les immunités accordées à l'endroit des *angaries*. Après lui, l'institution survécut sur quelques points isolés, sous les efforts de Louis le Débonnaire ; on trouve dans les capitulaires de nombreux emprunts aux habitudes romaines : sur le vu des passeports (*tractoria*), à défaut de *mansions* publiques, qui avaient presque toutes disparu, certains sujets, héréditairement frappés de cette sorte d'impôt, devaient fournir au souverain, à ses envoyés ou vassaux, aux ambassadeurs étrangers, aux évêques et aux comtes, des chevaux, des voitures, les vivres, le gîte en quantités réglées et pour un temps déterminé, suivant le rang ; c'était le *droit de gîte*, auquel s'ajoutait le *foderum*, droit de réquisition de vivres pour les troupes. L'exercice de ce droit engendra mille abus et des exactions de toute sorte ; puis tout cela dut disparaître au milieu de l'anarchie du siècle suivant.

Digitized by Google

ment l'autorité absolue, nécessaire, à défaut du sentiment de l'intérêt général, pour provoquer les grands travaux publics, disparut avec lui ; faute d'action immédiate, l'impulsion énergique qu'il avait un instant imprimée, s'arrêta sous ses successeurs; les sages prescriptions de son règne tombèrent dans l'oubli au milieu de son empire démembré. On retrouve pourtant des capitulaires de Louis le Débonnaire, de 820 et 823, rappelant les travaux ordonnés par son père et portant injonction aux populations intéressées d'avoir à les exécuter; il en concéda d'autres contre le droit d'établir des péages, combinaison heureuse de deux idées anciennes, celle des péages et celle de la construction des grands ouvrages par les particuliers, en échange de profits déterminés, comme on l'imposait autrefois à Rome en retour du butin ou de certains avantages personnels. On vit s'élever alors par ce moyen douze ponts sur la Seine.

Mais, faute de sanction pénale et d'autorité, en ce temps-là, les prescriptions royales s'oubliaient très-vite : Charles le Chauve, en 854, fut obligé de rappeler encore les ordres de son père et de son grand-père, et d'ordonner la réparation des ponts par ceux qui en avaient la charge et le bénéfice.

RETOUR A L'ANARCHIE. — PÉRIODE MONASTIQUE. — CORPORATIONS RELIGIEUSES (X^{e}-XIe SIÈCLES).

Ainsi, le pouvoir central ne parvenait à assurer les services les plus indispensables qu'en imposant, par un emprunt fait aux coutumes romaines, les travaux nécessaires aux propriétaires intéressés ou à de grands seigneurs, en retour de la perception de péages. Mais ces grands seigneurs, chargés de ces concessions ou de la surveillance des travaux faits par les populations, étaient en révolte continuelle contre la puissance royale ; celle-ci, minée par l'aristocratie, les évêques et les maires du palais, s'affaiblit et s'affaisse chaque jour jusqu'à Philippe Ier, sous lequel elle tombe à son plus bas période; chaque Etat parvient alors à vivre indépendant, sous une autorité royale complétement impuissante et méconnue : un lien bien fragile retient à ce moment réunis les éléments de la nationalité française ; nous sommes en

Digitized by Google

pleine féodalité, sous le régime le plus critique et le plus funeste aux travaux publics; la France se trouve retombée dans la désorganisation et l'anarchie au milieu desquelles les Romains, à leur arrivée, ont trouvé la vieille Gaule.

Pendant cette triste époque, on ne vit plus que de la vie locale, sans communauté d'intérêts, au milieu de guerres continuelles de province à province, de comté à duché; les relations disparaissent; seigneurs et vilains n'ont plus intérêt à restaurer ces routes, qui peuvent faciliter les invasions; le souci de la vie matérielle remplace toute autre préoccupation; les guerres privées absorbent toutes les ressources et toute l'activité; le sens de l'intérêt général n'a plus qu'un objectif, celui de la défense personnelle, du seigneur contre ses voisins, du manant contre les exigences de son maître. L'État n'existe plus; le roi n'est qu'un simple grand seigneur, réduit à ses propres ressources, armé d'un pouvoir nominal; il ne dispose d'aucun impôt régulier pour les besoins publics, car la contribution annuelle paraîtrait une humiliation pour les vassaux; les aides et les dons gracieux suffisent à peine à soutenir le faible éclat de la royauté. Cette triste période de ruine et de stérilité dure jusqu'en 1108, jusqu'à ce qu'un roi apparaisse de nouveau et reprenne d'une main ferme la réorganisation de la nationalité française, dont rien ne suspendra plus désormais le développement, plus ou moins lent, mais toujours régulier et continu.

Toutefois, pendant cette longue éclipse de tout pouvoir central et de tout fonctionnement national, l'activité humaine n'avait pu abdiquer ou s'épuiser uniquement dans la construction des châteaux-forts; pressée par une foi vive, seule capable de consoler les hommes des brutalités et des injustices du temps, elle s'était lancée avec une fougue extrême dans la construction des églises et des monastères, seuls asiles inviolables où l'on pût trouver alors la sécurité et le repos. Dès le VIIIe siècle, les ordres religieux, déjà richement dotés, avaient entrepris de très-grandes fondations, à l'abri desquelles se groupait une foule nombreuse de frères convers, heureux d'échapper à la loi des seigneurs et au service militaire; les monastères, pour utiliser tous ces bras, organisèrent dans leur enceinte des écoles et des corporations d'ouvriers et d'artisans instruits et

Digitized by Google

disciplinés, qui portèrent très-haut la prospérité et la richesse de leurs ordres; c'est ainsi que se développèrent les plus grands établissements de cette époque, à Cluny, à Cîteaux, à Clairvaux, à Caen, au Mont-Saint-Michel, à Fontenay, à Pontigny, etc. C'est là que se réfugièrent, comme dans un lieu d'asile, la science et l'industrie humaines proscrites par le règne de la force brutale : pendant qu'ici, dans leurs savants loisirs, les moines recueillaient et transcrivaient l'œuvre littéraire du passé, là ils veillaient, dans la limite de leurs forces, à la marche du progrès matériel et social; les moines se faisaient architectes, agriculteurs, industriels, mineurs, métallurgistes, et sauvaient pour les siècles futurs la plupart des conquêtes antérieures de l'esprit humain.

Une superstition générale vint toutefois, un moment, suspendre en quelque façon la vie dans tout l'Occident : une prédiction annonçait la fin du monde pour l'an 1000; on ne fit plus rien dans l'attente d'un écroulement général. Après l'échéance de cette date fatale, une vive réaction suivit : dans un élan généreux de reconnaissance, on éleva partout des édifices religieux, qu'on fit solides et grands, puisqu'une ère nouvelle, longue et prospère, semblait se rouvrir pour le monde. Pour suffire à ces besoins nouveaux, de grandes corporations de constructeurs, de maçons, de tailleurs de pierre, etc., se formèrent et se transportèrent sur les lieux des grands ouvrages à exécuter, travaillant sous les ordres d'un architecte chargé de coordonner leurs efforts. A l'exemple des corporations monastiques et des anciennes corporations méridionales, d'origine romaine, qui, fortement constituées avec de grandes libertés, n'avaient jamais cessé d'exister, il s'était formé, en effet, avant le Xe siècle, un certain nombre de corporations laïques, que le mouvement religieux du XIe siècle multiplia, et qui prirent un développement énorme dans les siècles suivants, à la faveur d'immunités nombreuses et de la protection royale.

L'art religieux se soutint, pendant cette période, pour la construction de ses églises, par les dons et les legs de charité pieuse, comme il s'en portait sur les monastères et sur quelques œuvres d'utilité publique, les ponts, etc. Ainsi que nous l'avons vu pour certaines fondations romaines, d'intérêt muni-

Digitized by Google

cipal ou général, il fut encore aidé par les corvées volontaires des habitants; on en trouve l'exemple pour la construction de la cathédrale de Chartres.

L'ogive apparaît alors, non point comme une création nouvelle, puisque, sans remonter aux vieilles portes pélasgiques, on en connaissait des applications, déjà vieilles de plusieurs siècles, faites aux travaux publics par les Visigoths en Italie et les Arabes en Espagne; mais elle séduit par la facilité de sa construction, l'économie de son cintre, sa moindre poussée sur les appuis; elle se distingue bien du roman, ce reste de l'architecture romaine, trop répandu dans les œuvres profanes; elle enthousiasme enfin par sa grande hauteur, sa forme hardie qui s'élance, comme alors la pensée et la foi, vers les espaces célestes. C'est de la France que rayonnera le mouvement qui portera ce nouveau style dans toute l'Europe, par l'initiative de ses corporations de constructeurs religieux ou laïques.

Ce mouvement religieux, auquel nul ne pourra se soustraire, va servir indirectement la cause de la nationalité et de la royauté, qui reste seule à la représenter. Déjà, par la trêve de Dieu (1041), il a défendu les intérêts de l'humanité en suspendant toutes les guerres privées pendant quatre jours par semaine; au travers de ces éclaircies périodiques, le travail peut retrouver une certaine activité relative.

Quand Louis le Gros monta sur le trône (1078), il trouva l'autorité royale anéantie depuis trois siècles, les droits régaliens usurpés et détournés par les seigneurs féodaux, l'anarchie générale, la guerre partout de seigneurie à seigneurie pour la ruine de tout ce qui existait encore; il n'y avait plus, au milieu de ce chaos, pour les exigences des intérêts matériels, que des voies locales entretenues péniblement par la corvée seigneuriale, et nous pouvons mesurer aujourd'hui la difficulté des transports dans ce temps-là, par les faibles dimensions des matériaux mis en œuvre pour la construction des églises et des monuments de cette époque. Les croisades offrirent à la royauté une occasion de ressaisir son pouvoir; sans doute, pendant cette longue période, les services publics souffrirent davantage, mais l'affaiblissement de la féodalité commença; les soldats, sous les murs de Damiette, de Saint-Jean-d'Acre et de Jérusalem, apprirent à

Digitized by Google

reconnaître l'étendard de France au milieu des guidons de Provence, d'Aquitaine ou d'Anjou, à ne pousser qu'un même cri de guerre, et à ne plus oublier qu'avant tout ils étaient des Français; et, pendant ce temps, le mouvement communal, ce nouvel allié de la royauté contre leur ennemie commune, la féodalité, se dessinait et s'organisait sur le plan du régime municipal romain, qui avait survécu dans les provinces méridionales.

RÉSULTATS DES CROISADES. — PÉRIODE OGIVALE. — MOUVEMENT COMMUNAL. — CORPORATIONS LAÏQUES. — FIN DU MOYEN-AGE (XIIe-XVe SIÈCLES).

Au retour des premières croisades, au XIIe siècle, le mouvement architectural religieux, excité par les nouveaux élans de la foi, par le souvenir des merveilles rapporté de l'Orient, reprend son essor : les plus beaux modèles se créent; Notre-Dame de Paris, Notre-Dame de Chartres, la Sainte-Chapelle, les cathédrales d'Amiens, de Reims, de Strasbourg, de Coutances, de Sens, de Bourges, etc., s'élèvent; des corporations d'architectes et d'ouvriers laïques partent de France pour aller répandre l'art gothique et construire les cathédrales de Cantorbéry, d'Utrecht, d'Upsal et de Milan. La France devient ainsi le foyer de l'art gothique.

La vie sociale se trouve bien encore suspendue, au XIIIe siècle, pendant les dernières croisades; mais au retour, avec le XIVe siècle, il va se développer une influence politique et une organisation intérieure nouvelles, et le progrès va reprendre sa marche en avant.

Les corporations s'étendent chez les industriels et les ouvriers, à partir du XIIe siècle; avec l'appui de la royauté, toute disposée à se créer de nouveaux alliés contre la puissance féodale, les ouvriers s'unissent contre les seigneurs, se font concéder de grandes immunités, des priviléges, des concessions à péages, qui donnent immédiatement à cette institution une influence et un crédit considérables, à la faveur desquels leurs associations couvrent bientôt toute la France et ne tardent pas à devenir monopolisantes et oppressives à leur tour.

Des voyages lointains en Orient est né un besoin tout nou-

Digitized by Google

veau de déplacement et de locomotion : de grands pèlerinages s'organisent ; les relations commerciales liées avec l'Orient apportent des exigences nouvelles ; de grandes foires sont instituées et servent de rendez-vous à l'Orient et à l'Occident ; il faut restaurer une viabilité presque complétement disparue : la royauté est impuissante encore à entreprendre cette tâche ; les corporations des marchands votent des subsides pour les chemins ; les seigneurs, par générosité ou par calcul, font travailler aux chaussées et aux ponts ; des confréries religieuses s'organisent pour venir en aide aux pèlerins et aux voyageurs, comme d'autres secourent les pauvres et les malades ; les Hospitaliers créent même bientôt, par un certain rapprochement curieux avec ce qui put se faire dans les premiers temps de Rome, un ordre spécial de *Frères pontifes* (1), chargés d'assurer le passage des rivières et de construire des ponts, avec le produit de leur travail et de leurs quêtes, des dons et des aumônes, dont le budget pouvait alors s'alimenter plus régulièrement que tout autre.

En Italie, les Hospitaliers de Saint-Jacques-du-Haut-Pas, les Templiers en Catalogne, les évêques en Angleterre et en Suède, dans une même pensée charitable, prennent la même initiative.

La sécurité du passage des rivières fut ainsi placée, ainsi que dans l'antiquité romaine, sous la protection de la religion, comme toute chose utile à l'humanité ; c'était en effet la seule puissance qui s'exerçât encore d'une façon incontestée.

Les Frères pontifes copièrent les modèles de l'art gallo-romain, plus nombreux alors que de nos jours ; nous retrouvons dans leurs œuvres les mêmes qualités et les mêmes défauts : la hardiesse et le soin scrupuleux, le plein cintre, les joints précis, le grand appareil, les crampons, les scellements, les anneaux indépendants ; mais, à côté, les contre-pentes trop accusées, l'inégalité des ouvertures, la même insouciance dans les fondations, le défaut d'enracinement des piles, les grands empatements,

---

(1) *Fratres pontis, sub finem secundæ stirpis regum Franciæ ad hoc potissimum institui ut viatoribus tutelam, hospitium, aliaque necessaria præstarent. Fratres pontis dicti quod pontes construerent uti facilius et tutius fluvios transire possint viatores.* (DUCANGE, *Glossaire.*)

Digitized by Google

les mêmes réductions du débouché, et, par surcroît, un moins excellent mortier.

Les religieux eurent l'initiative des plus grands ouvrages de cette époque : on les voit construire au XIIe siècle des ponts sur l'Arno, en même temps qu'ils exécutaient le pont d'Avignon (1177-1188), puis le pont de Bonpas, le pont de la Guillotière à Lyon (1245), le pont Saint-Esprit (1265-1309) (1).

Antérieurement à eux, depuis le IXe siècle on n'avait guère construit que le pont d'Albi (907) et le pont de Tours (1037).

L'art même du constructeur devait tirer quelque profit des croisades. Jusqu'alors, dans la construction des monastères et des églises, sous la surveillance trop paternelle des abbés et des évêques, les bonnes traditions de la construction antique avaient achevé de se perdre ; les matériaux étaient mal choisis, les mortiers mal faits, l'exécution peu soignée ; pendant les croisades, les seigneurs virent de près les solides constructions byzantines, sarrasines et arabes ; au contact des ingénieurs lombards qui dirigeaient les travaux des siéges dans la Palestine et s'inspiraient des anciennes méthodes romaines, ils rapprirent de meilleures traditions, et, au retour, reconnaissant bien vite la faiblesse de leurs anciens châteaux-forts devant les moyens d'attaque ramenés de l'Orient, ils s'empressèrent d'entreprendre des constructions nouvelles, pour lesquelles ils réquisitionnèrent sans pitié leurs vassaux, d'après le mode romain ; ils surveillèrent de très-près les travaux, le choix des matériaux, la mise en œuvre ; à cette école nouvelle, comme sous les efforts des corporations, qui perfectionnaient de leur côté l'ancienne routine, de grands progrès furent réalisés et se répandirent dans le pays tout entier.

Pour sa part, la royauté essayait, avec ses faibles ressources, d'entreprendre aussi quelques travaux utiles : Philippe-Auguste, en 1184, faisait paver les rues de Paris ; Philippe le Hardi créait Aiguesmortes et son port ; saint Louis y construisait un

(1) Ils construiront encore le Pont-Neuf, en 1598 ; la Confrérie des pontifes sera dissoute vers cette époque, après avoir rendu, du XIIe au XVIe siècle, les plus grands services, en France et en Italie ; leur tradition ne se perdra pas, et nous retrouverons jusqu'au siècle dernier les moines-ingénieurs.

Digitized by Google

phare sur la Tour de Constance (1248). Il n'oubliait pas non plus les institutions intérieures : il empruntait la loi romaine et la donnait pour règle commune (1260) à tous ses États, que lui et ses successeurs entendaient désormais régir avec les principes de l'ancienne autorité impériale, avec les *enquesteurs royaux* pour représenter partout le nouveau pouvoir central. Déjà Philippe-Auguste avait délégué, à l'image des sous-curateurs de l'empire romain, des officiers à l'inspection des routes et des ponts ; mais cette institution spéciale disparut bientôt, et ces attributions revinrent aux tribunaux des lieux. Plus tard, en 1508, on multiplia même considérablement le nombre de ces tribunaux connaissant des affaires des grands chemins.

Malheureusement, la guerre de Cent-Ans (1346-1451), avec son cortége de maux, vint suspendre de nouveau pour un temps toute œuvre utile ; tous les revenus et toutes les forces de la nation furent dépensés en armements ; l'invasion anglaise, en occupant près des deux tiers de la France, menaça une fois de plus l'œuvre de la reconstitution nationale ; une fois de plus aussi, la France sut montrer sa vitalité et sa force, recouvrer son indépendance et reprendre le cours de son développement intérieur.

RUINE DE LA FÉODALITÉ. — AFFERMISSEMENT DE L'AUTORITÉ ROYALE. — RENAISSANCE ITALIENNE. — ESSAIS D'ORGANISATION INTÉRIEURE (XV.-XVIe SIÈCLES).

Avec la guerre de Cent-Ans finit le Moyen-Age (1453) ; la féodalité ne lui survivra guère : au sortir de cette longue épreuve et de cette lutte sanglante, le peuple, initié à la vie nationale, se range autour du roi, et, à la faveur du nouvel ordre qui va régner en France, on pourra entreprendre de grandes choses à l'intérieur.

L'Europe était lasse de la féodalité ; elle sentit qu'il fallait, pour rompre avec les habitudes d'anarchie et de désordre, revenir au système romain de l'autorité absolue des rois, aux armées permanentes et aux impôts permanents comme elles. Pour la France, ce fut la main de fer de Louis XI qui se chargea de calmer l'humeur batailleuse des grands vassaux et de discipli-

Digitized by Google

ner le royaume, en s'appuyant sur le tiers-état naissant, représenté par le Grand Conseil, le Parlement, l'Université et la Chambre des Comptes et des Aides, qui combattirent sur tous les points pour la royauté. Pour embrasser toutes les parties du royaume, il créa (1464), sur le modèle romain, les postes avec des relais sur les routes (1), en les réservant également pour les seules affaires du roi et de l'Etat, puis pour celles du pape et des princes alliés ; elles ne devinrent publiques que beaucoup plus tard. L'Allemagne suivit cet exemple, et les autres Etats après elle.

Dans cette longue période de pénible restauration intérieure, qui s'étend du XIIe au XVIIe siècle, les ressources financières qui purent être affectées aux travaux publics, furent bien modestes ; elles provenaient :

Des *dons charitables,* comme à Rome autrefois, mais encouragés par la piété religieuse, par les indulgences attachées aux donations faites à l'œuvre des Pontifes ; c'est ainsi que le pape Innocent IV favorisa les quêtes pour la construction du pont de la Guillotière en 1245 ;

Du *denier à Dieu,* prélevé sur le commerce et le transport des métaux précieux ;

De certains droits de police, appliqués spécialement aux travaux des villes ;

---

(1) Depuis Philippe-Auguste (1200) jusqu'à Louis XI, qui reprit l'institution des postes sur les bases conçues par les empereurs romains et par Charlemagne, et même jusqu'en 1627, un service fort irrégulier de correspondance fut fait par les *messagers de l'Université;* dès l'origine, celle-ci avait obtenu l'autorisation, étendue successivement aux diverses *nations* en 1315, de créer des moyens de transport pour les lettres et les bagages de ses écoliers, par ses *suppôts*, *grands* et *petits messagers;* plus tard, elle obtint le privilége d'étendre ce service aux affaires du public, et en retira un des éléments importants de son revenu. Louis XI établit toutes les quatre lieues des relais de quatre ou cinq chevaux harnachés confiés à des *maîtres-coureurs,* et délivrés sur le vu de passeports spéciaux. Henri IV, en 1597, mettra à côté de ces coureurs *au galop* des maîtres de relais *au trot* et *au pas;* n'est-ce pas encore un souvenir des *cursus publici* (*rapidi* et *angariæ*) des empereurs? La poste aux lettres, avec des départs réguliers et des tarifs légaux, ne s'organisera toutefois qu'en 1627, avec des charges et des bénéfices héréditaires pour les fermiers-généraux des postes.

Digitized by Google

D'une partie des *aides*, des *crues* (centimes additionnels) sur la *taille* et les *gabelles;*

Des *péages*, dont l'origine dans la Gaule remonte aux Romains.

Les dépenses restèrent locales ou provinciales, comme elles avaient été municipales chez les Romains ; le Trésor public ne pouvait intervenir que par de faibles subventions ou par des abandons de droits régaliens.

Pour les voies navigables spécialement, qui, exploitées par les corporations puissantes des nautes, continuant plutôt qu'imitant la tradition romaine, accaparaient presque tout le mouvement de la circulation et des transports, on était parvenu à entretenir et à curer les rivières avec le produit des péages, dont on retrouve les traces dans les capitulaires de Dagobert, de Charlemagne et de Charles le Chauve ; on réparait les ponts avec le produit des taxes perçues sur *tout ce qui passait dessus et dessous;* les péages servaient encore à entretenir les digues contre les inondations : un capitulaire de Louis le Débonnaire, rappelé par M. Vignon, avait réglé ces droits pour la réparation des *levées* et *turcies* de la Loire ; on augmenta les taxes pour le même objet sous Henri II d'Angleterre, sous Philippe le Bel et Louis XI, puis on refondit toutes ces taxes pour l'amélioration des rivières en un seul droit, appelé *droit de boëte,* qui fut en vigueur de 1402 à 1502.

Dès le commencement des Temps modernes, le commerce et l'industrie, encouragés depuis longtemps par les immunités des villes et des corporations, s'étaient développés ; les moyens de circulation et de transport, à peu près limités jusqu'alors au réseau navigable, ne purent bientôt plus suffire ; il fallut de toute nécessité, avec le XVIe siècle, créer des débouchés nouveaux. Les seuls grands travaux conçus avec ensemble dans le Moyen-Age avaient eu trait à l'agriculture, aux irrigations et à la navigation. Les besoins nouveaux vont forcer à élargir ce cadre trop étroit

Les travaux étaient surveillés par un petit nombre d'ingénieurs-architectes ; parmi eux se distinguèrent, après la suppression des Frères pontifes, beaucoup de religieux, qui représentaient alors le plus largement la science et l'étude : ce furent le corde-

Digitized by Google

lier F. Joconde, qui construisit les ponts de Ponte-Corvo, le Petit-Pont et le pont Notre-Dame à Paris (1500); plus tard, l'augustin F. Nicolas, qui refit le pont de bateaux de Rouen (1710); le dominicain F. Romain, qui inventa la première machine à draguer et fit le pont de Maëstricht (1683), puis le Pont-Royal, et fut un des premiers ingénieurs des Ponts-et-Chaussées; le carme Séb. Truchet construisit en 1716 le canal d'Orléans.

A l'exemple, sans doute, des grands ouvrages exécutés en Espagne par les Arabes, et au spectacle des merveilleux effets obtenus, l'Italie, dès le XVe siècle, dès le premier répit que lui avaient laissé les discordes intestines et les luttes de l'empire et de la papauté, avait exécuté les habiles desséchements et les irrigations savantes qui ont décuplé la richesse agricole dans les plaines de la Lombardie, de la Toscane et du Piémont. Pise, Venise et Gênes s'étaient rendues maîtresses de tout le commerce maritime de la Méditerranée, et le commerce italien venait de recevoir une impulsion toute nouvelle de la création des banques vénitiennes, lombardes, florentines et génoises.

Au milieu de cette ère de prospérité, l'Italie avait repris un moment sa place à la tête de la civilisation, grâce aux traditions latentes de la civilisation antique, qu'elle n'a jamais perdues, grâce au retour vers les études classiques, qui ravivaient tous les vieux souvenirs. Rienzi avait rêvé un moment « une sainte république romaine » qui retournait à la conquête du monde. Ce ne fut qu'une lueur; l'Italie ne devait pas arriver, de longtemps, à reconstituer son unité nationale; elle s'en consola en régnant sans partage dans le domaine des lettres et des beaux-arts.

C'est la France qui, raffermie par le gouvernement de Louis XI, unie et disciplinée dès lors sous la main d'un roi, va conquérir la prépondérance en Europe, qu'elle gardera jusqu'à Pavie, et qu'elle retrouvera sous Henri IV, Richelieu et Louis XIV.

Avec sa faculté d'assimilation naturelle pour le grand et le beau, elle rapporta, de sa première descente en Italie avec Louis XII, un zèle enthousiaste pour la civilisation du passé et les conquêtes nouvelles de l'art; elle s'empara du style italien, construisit le pont Notre-Dame, le palais de justice de Rouen,

Digitized by Google

les châteaux de Blois et de Gaillon. Elle n'oublia pas de lui emprunter aussi, avec les systèmes de desséchement et d'endiguement, les écluses à sas et à réservoirs qu'elle avait vues appliquées, dès 1481, par Venise; avec cette ingénieuse solution, François Ier put faire tracer le plan des premiers canaux à point de partage, en 1516, par Léonard de Vinci.

Avec les temps nouveaux, les travaux publics vont demander à la poudre à canon un précieux concours, et la navigation, aidée de la boussole, va pouvoir découvrir un monde nouveau et changer la face du commerce maritime.

L'essor des œuvres pacifiques et le développement progressif des institutions françaises seront bien encore suspendus pour un temps par les guerres entre François Ier et Charles-Quint; mais, à la paix, on organisera, avec une armée nationale pour s'affranchir des *condottiere*, l'administration intérieure et la perception des impôts; l'État contractera ses premiers emprunts. Dans un second contact avec l'Italie, la France fera connaissance avec les immortels protégés de Jules II et de Léon X, Bramante, Michel-Ange, le Corrége, et surtout le Titien et Raphaël, qui peindront le portrait de François Ier; elle rapportera encore d'Italie un style nouveau, un peu frivole, celui de la Renaissance, auquel nous devrons Fontainebleau, Saint-Germain, Chambord, Chantilly, le Louvre et les Tuileries.

La réforme et les guerres de religion paralysent un instant l'élan donné par ces exemples. Mais Henri IV survient, avec la ferme volonté de restaurer d'une main la France à l'intérieur, tandis que de l'autre il travaillera à agrandir son influence à l'extérieur. Il trouve, en montant sur le trône, une dette publique de 300 millions, un revenu assuré de 23 millions seulement; Sully met de l'ordre dans les finances, et, tout en faisant dessécher les marais, ouvrir des routes, créer le canal de Briare, étudier plusieurs autres canaux, achever le Pont-Neuf (1598), il parvient à réduire la dette à 200 millions, tout en assurant tous les services de l'État, avec 32 millions qu'il fait rendre net aux impôts. Les Travaux publics prennent depuis cette époque un développement normal et régulier, sous la surveillance effective de l'autorité centrale.

On retrouve deux documents qui nous offrent, à l'image

Digitized by Google

des Itinéraires romains, la situation exacte de la grande viabilité en France au commencement des Temps modernes : ce sont le Tableau des grands chemins au XVIe siècle (1551) et la Carte des postes de 1632. Alors, les chemins étaient réparés et entretenus dans les traversées des villes, aux passages des rivières; mais, dans la campagne, ils n'existaient qu'à l'état vague et rudimentaire. A cette époque, les transports empruntaient encore de préférence les voies navigables; celles-ci ne pouvaient desservir que certaines lignes; le pays réclamait de plus en plus impérieusement des moyens de circulation mieux répartis.

ESSAIS D'ORGANISATION ET D'ADMINISTRATION INTÉRIEURES (XVIIe-XVIIIe SIÈCLES).

Le premier essai d'organisation et de contrôle des Travaux publics fut tenté par Sully, nommé en 1599 grand-voyer de France, avec le pouvoir de commettre des lieutenants dans les provinces; il fit dresser des états annuels des ponts, pavés, chemins, chaussées royales et provinciales, en même temps que des péages et des réparations nécessaires, et tint la main à l'exécution de toutes les mesures prises. Il concéda de grands desséchements à Humphrey Bradley, les canaux de Briare, de Beaucaire (1559) à Peccais et à Agde (1); les routes s'améliorèrent un peu, et les premiers services de roulage purent s'organiser.

Le système des péages était fort onéreux pour le public et engendrait beaucoup d'abus; Sully essaya de faire exécuter les travaux en régie avec le concours de l'armée, comme autrefois avec celui des légions; mais cette tentative ne réussit pas, et il lui fallut revenir au système des concessions à l'industrie privée.

L'impulsion donnée à l'industrie nationale s'arrêta encore après la mort de Sully et de Henri IV, pendant les guerres

(1) Concédé d'abord comme canal de desséchement des marais entre Beaucaire et Aiguesmortes, il ne fut concédé qu'en 1645 comme canal de navigation. Il ne fut terminé et livré qu'en 1806.

Digitized by Google

qui marquèrent le règne de Louis XIII et la minorité de Louis XIV; mais, pendant les vingt années de son ministère, Richelieu eut le temps de faire de grandes choses : il organisa la marine, fit fortifier les côtes, améliora ou créa les ports du Havre, de Brest, de Toulon, de Dieppe, de Brouage, des Sables-d'Olonne et acheva le canal de Briare, qui devait être l'amorce d'un grand canal destiné à mettre en communication les deux mers, à faire passer par l'intérieur nos forces navales de l'Océan à la Méditerranée, idée qui alors préoccupait et passionnait tous les esprits (1).

Aidé par les *intendants*, sortes de *missi dominici* détachés à poste fixe auprès des gouverneurs de province, grands seigneurs qui ne secondaient pas toujours l'autorité royale, il eut la main sur l'administration de la justice, de la police et des finances, et parvint à faire dominer partout sa volonté inflexible. Il fit supprimer en 1626 la charge de grand-voyer de France et donna aux trésoriers de France juridiction sur les travaux publics. Puis, un peu plus tard, à l'imitation de l'antiquité, Louis XIII reprit pour lui-même la surintendance des travaux, en se faisant assister par un directeur général qui ordonnait chaque année les entreprises et les réparations à faire. Dans les *pays d'élection*, les intendants surveillaient les chemins et les adjudications ; les *pays d'Etat* avaient eux-mêmes à y pourvoir.

Après Richelieu, il faut traverser la guerre de Trente-Ans et arriver à Colbert pour trouver une période longue et prospère pour les Travaux publics, et l'appui d'une administration bien entendue.

A cette époque, où la royauté entre en pleine possession d'elle-même, il est intéressant de retrouver les bases sur lesquelles elle a appuyé et va relever encore son autorité et sa puissance.

L'expérience et la tradition antiques lui ont fourni la plu-

---

(1) Ce grand canal aurait eu une de ses têtes de ligne à Marseille; de là, par le canal dit *de Provence* ou *de Richelieu*, il aurait gagné la rivière de l'Arc, descendu la Touloubre, rencontré le canal de Craponne, et, par Orgon, gagné Tarascon et le Rhône. Becquey proposa de reprendre ce tracé en 1820.

Digitized by Google

part des inspirations qui l'ont fait triompher de ses ennemis : sous les premiers Césars, en fait, l'autorité du prince était sans bornes, mais en droit elle semblait compter encore avec le Sénat; sous les Antonins, les jurisconsultes trouvèrent, dit M. Am. Thierry, la formule légale de l'empire : par la *loi royale,* la souveraineté avait été transmise du peuple au souverain ; c'est vers ce principe absolu des Antonins que marchait la royauté française, aidée des légistes ; les rois entendaient représenter la nation, appuyés sur une armée permanente et des impôts permanents, avec le concours d'assemblées délibérantes, non point électives, mais choisies par le roi, comme le Sénat romain, et placées dans la main du souverain : c'étaient le Grand Conseil pour la politique générale, le Parlement dans l'ordre judiciaire, la Chambre des Comptes et la Cour des Aides dans l'ordre financier.

Le droit romain, modifié quelque peu par les idées chrétiennes, faisait le fond de la procédure, qui, pour compléter l'analogie, se poursuivait en latin.

La perception des impôts se faisait par l'entremise des fermiers-généraux et des traitants, qui étaient de tous points le souvenir vivant des anciens publicains.

Sully, dans ses situations annuelles établies sous le nom de *Comptes au vrai*, Colbert dans la création du *Budget,* s'inspirèrent évidemment des idées d'Agrippa, dont ils rappelaient tous les deux l'intelligence, les services et la grande figure. S'ils ne purent exécuter les vastes projets qu'ils conçurent, il faut l'attribuer à la faiblesse, de leur temps encore grande, des moyens d'action dont ils disposèrent. A ce propos, il n'est pas inutile de passer en revue les impôts et les revenus de l'État jusqu'au dernier siècle et de montrer le faible concours qu'ils purent en effet prêter aux divers services publics.

Les impôts du Moyen-Age furent copiés d'un grand nombre d'impôts romains, mais leur restèrent bien inférieurs (1); ils

(1) Bien avant la fin de l'Empire, quand tous les Romains eurent le droit de cité, les impôts devinrent *généraux;* la plupart d'entre eux étaient parfaitement *proportionnels.*

Digitized by Google

manquèrent surtout à ces principes fondamentaux d'être *généraux* et *proportionnels;* les efforts tentés pour les mieux répartir et en effacer les injustices rencontrèrent, jusqu'en 1789, une résistance odieuse de la part des classes privilégiées.

Ils se divisaient déjà en impôts *directs* et en impôts *indirects.*

Impôts directs. — Le Moyen-Age n'eut point, pour l'assiette de l'impôt foncier, le cadastre comme les Romains, et comme nous l'avons du reste depuis un demi-siècle à peine; on ne put imposer que les revenus par la *taille*, sans péréquation, plus ou moins arbitrairement établie par les seigneurs sur les serfs, et par le roi sur ses vassaux.

La taille était *réelle* (touchant le revenu foncier) ou *personnelle* (frappée sur les autres revenus et produits de l'industrie). Le produit était en moyenne du *sou par livre;* les nobles en étaient exempts; le tiers-état ne payait pas la taille personnelle. Censée établie pour l'entretien des armées, elle devint permanente sous Charles VIII, quand l'armée devint elle-même permanente; on établit plus tard, en surcroît, le *taillon* et la *grande crue,* qui devinrent aussi permanents, pour l'entretien des légionnaires, de la gendarmerie, etc.

Les *vingtièmes* sur les revenus territoriaux et la fortune mobilière, perçus au profit de l'État, disparurent à l'établissement de la taille permanente, avec laquelle ils se confondirent; on les rétablit en 1710, temporairement; on les porta à deux, puis à trois vingtièmes, et ils durèrent en fait jusqu'en 1789. La noblesse était passible de cet impôt; le clergé en était exempt.

Les *dîmes* furent un impôt sur le revenu, établi au profit du clergé, et variant suivant les localités du 1/32e au 1/7e.

La *capitation* était encore un impôt établi par l'État sur les revenus fonciers et mobiliers.

Les *droits de maîtrise et jurandes* représentaient l'impôt moderne des patentes, mais étaient perçus au profit des corporations.

L'ensemble de ces contributions ne constituait qu'un *impôt sur le revenu;* ce système, aidé par des estimations arbitrai-

Digitized by Google

res, eut pour effet de réduire toutes les dépenses, la moindre apparence de luxe attirant sur le contribuable une augmentation désordonnée de tous les impôts. Malgré cet arsenal de taxes, l'impôt direct, diminué par les priviléges et les dissimulations, ne produisait que des sommes assez minimes.

Impôts indirects. — Les principaux impôts indirects furent :

Les *aides* (*ordinaires* et *extraordinaires*), droits frappant les boissons, la marque de l'or et de l'argent, les fers, les huiles, les cuirs, les cartes, les papiers, les cartons, etc. Elles étaient perçues au profit du roi. Dans une pensée d'équité, Colbert chercha à les faire croître pour diminuer la taille.

Les *droits de douane*, que les Romains avaient établis dans la Gaule, furent maintenus par les premiers rois francs sous le nom de *tonlieu;* ils furent ensuite détournés par les seigneurs et perçus à l'entrée de chaque petit Etat; certaines provinces préférèrent s'en affranchir et vivre sous le régime du libre échange; Colbert unifia tous les tarifs; une partie de cet impôt revenait au Trésor.

La *gabelle,* impôt sur le sel, avec quatre classes ou tarifs différents (1) et plus tard six, suivant les provinces, était payée à l'Etat.

Les tabacs furent imposés à partir de 1626.

On trouvait encore un nombre infini de péages établis au profit de l'Etat, des seigneurs ou de certaines corporations particulières, souvent sans échange de services rendus; ainsi, par exemple :

Le *pontage,* droit sur les marchandises qui passaient sur les ponts;

Les *leudes*, droit sur la vente des marchandises;

Le *travers,* droit sur les marchandises qui traversaient une seigneurie;

Le *palagium* (de palée), droit payé pour mettre à port les marchandises ou pour attacher les bateaux aux pieux de la rive.

---

(1) Franc-salé, quart-bouillon, petite ou grande gabelle.

Digitized by Google

Des droits d'*octroi* se percevaient à l'entrée des villes; un édit de 1663 attribuait au roi la moitié de leur produit.

Les droits d'*enregistrement,* sur les actes et la transmission des propriétés, existèrent de bonne heure : aux XIe et XIIe siècles, les seigneurs percevaient les droits de mutation suivants : *lods* et *ventes* sur l'aliénation des *censives*, le droit de *quint* sur l'aliénation des fiefs, de *rachat* sur les successions roturières, de *relief* pour l'investiture et la succession des fiefs. La perception de ces droits se fondait sur ce principe ou plutôt cette fiction que le seigneur était propriétaire originaire du sol et ne le cédait jamais qu'en usufruit à l'occupant ; il s'arrogeait en conséquence le privilége de faire payer un droit de *saisine* à chaque mutation ; nous avons rencontré ce principe planant sur tout le droit de propriété dans les pays conquis par les Romains.

L'usage et les jurisconsultes coutumiers affranchirent pourtant des droits féodaux la succession en ligne directe et les domaines possédés en *franc-alleu ;* mais les autres droits furent maintenus jusqu'en 1789.

La royauté établit encore d'autres droits à son bénéfice :

Droits de contrôle pour l'enregistrement des actes ;

Insinuation et *centième denier,* droit de 1 pour 100 sur toute mutation immobilière et transmission de rentes, sauf en ligne directe ou par mariage,

Et le *sceau des actes.*

Certains de ces impôts, comme les aides et la taille, étaient susceptibles d'augmentations temporaires par des *crues* sur le principal, analogues à nos centimes additionnels.

Ces impôts variaient énormément en quotité d'une province à une autre ; beaucoup étaient perçus en grande partie ou en totalité par les seigneurs. Ils étaient, dans les *pays d'Etat*, consentis et votés par les assemblées d'Etat ou Etats-provinciaux, permis par les Commissaires du roi et autorisés par les arrêts du Conseil des Finances. Les Etats nommaient dans leur sein une commission chargée de les répartir entre les diocèses, puis, dans chaque diocèse, une sous-commission les répartissait

Digitized by Google

entre les paroisses. Dans les *pays d'élection*, l'impôt était réglé et réparti par un tribunal élu.

Malgré les charges qui pesaient sur les contribuables, il n'arrivait au Trésor qu'un produit fort modeste, considérablement diminué par les frais de perception.

Avant Sully, le revenu se montait à 23 millions, les charges du Trésor étaient de 16 millions et la dette publique de 300 millions. Sully ramena le produit de l'impôt à 32 millions, abaissa les charges à 12 et la dette publique à 200 millions.

Richelieu put disposer de 80 millions, mais avec 44 millions de charges annuelles; il laissa une dette publique de 250 millions.

Sous Louis XIV, le produit des impôts se monta à 140 millions, mais les prodigalités de ce règne élevèrent la dette de 450 à 2 600 millions.

En 1789, les revenus de l'Etat s'élevaient à 300 millions fournis comme il suit:

Taille.	45	millions.	
Vingtièmes. . . .	46	»	
Capitation	41	»	500 000 fr.
Aides.	63	»	500 000 fr.
Gabelle.	74	»	
Tabacs	30	»	

avec les droits d'octroi et de douane en surplus.

Avec des ressources aussi restreintes, réduites encore de 60 pour 100 par les charges courantes du Trésor, le concours financier de l'Etat dans les dépenses extraordinaires ne put que rester toujours fort modeste.

Le budget spécial des Travaux publics était alors alimenté par des ressources ou des expédients plus ou moins empruntés aux errements de l'antiquité romaine, comme:

1° La *corvée seigneuriale*, pour tous les travaux à l'origine, plus tard pour les voies locales;

2° Les *péages*, pour la réparation ou l'entretien des ponts, des canaux de navigation, etc.;

Digitized by Google

3° La *corvée royale* (1), pour les grands chemins, bien inférieure comme répartition équitable à la réquisition romaine, que Charlemagne avait fidèlement copiée et dont personne n'était exempt, sauf quelques grands-officiers de l'empereur ; jusqu'en 1738, on n'en usa toutefois que d'une façon tout à fait accidentelle, pour réparer les chemins en vue des voyages du roi ou des mouvements des armées ;

4° Les concours fournis par les provinces, les généralités et les villes, au moyen de *crues* sur les aides, les tailles, les gabelles ou les octrois ;

5° L'intervention des particuliers, des corporations ou sociétés en échange de concessions à péages.

Colbert essaya de faire de grandes choses en utilisant toutes ces ressources. Il appliqua le premier la *corvée des grands chemins*, surtout dans les pays-frontières nouvellement conquis, par une imitation évidente des agissements romains ; il invoqua des exigences militaires et appliqua largement ces réquisitions dans l'Artois, la Lorraine, l'Alsace, la Franche-Comté et le Dauphiné ; pour éviter les abus, cette mesure ne dut être appliquée que pour des cas nettement définis, et l'exercice de ce droit fut strictement limité.

Il essaya plus tard, avec l'aide de Louvois et de Vauban, d'exécuter des travaux en régie avec le concours de l'armée ; l'expérience malheureuse qu'on fit de ce système à la construction de l'aqueduc de Maintenon, le condamna sans retour.

Colbert entreprit la réparation des anciennes routes et la création de nouvelles, qui se bornèrent souvent à de luxueuses amorces autour de Paris et de Versailles. Il fit reconstruire un grand nombre de ponts : le Pont-Royal, ceux de Moulins, de Nevers, de La Charité, d'Orléans, de Beaugency, de Blois, d'Amboise, de Tours, de Melun, de Montereau, de Sens, de Joigny, etc. Ces travaux, souvent mal conçus, coûtèrent énormément d'entretien ; les ponts, copiés sur les modèles subsistants de l'art antique, étaient mal fondés, réservaient des débouchés trop restreints ; on appuyait fréquemment contre les

(1) Les corvées se divisaient en *corvées publiques* et *corvées particulières*, suivant leur objet ; la *corvée royale* était une variété des premières.

Digitized by Google

piles des moulins, qui rétrécissaient encore la section libre, ou dirigeaient le courant obliquement contre les piles; chaque grande crue emportait un certain nombre de ces ouvrages : il y eut des ponts, comme ceux de Blois et de Moulins, qu'on dut reconstruire deux et trois fois dans le même siècle.

Les routes ne furent que de pâles reproductions des anciennes voies *per compendia* des Romains; elles couraient droit devant elles sans grand souci des pentes qu'elles rencontraient, et essayaient, par une largeur excessive, de prévenir le défaut d'entretien et l'usure rapide de leurs chaussées, à peine empierrées, sauf dans le voisinage des villes.

On répara les digues de la Loire, on en créa le long du Drac; on améliora la navigation de l'Oise, de l'Aube, du Lot, de l'Isle; on étudia des améliorations pour le Doubs, la Seille et la Somme; on projeta un canal de Tarascon à l'étang de Berre, et l'on étudia le canal de Bourgogne. On exécuta le canal du Languedoc, avec le port de Cette pour tête de ligne (1666); plus tard, on reprit le projet de canaliser le Bras-de-Fer sur le Rhône; on créa, outre le port de Cette, ceux de Rochefort, de Port-Vendres et de Lorient. Vauban et Lahire posaient les premières règles d'une construction rationnelle.

Le Trésor n'était point assez riche pour entreprendre tous ces travaux; pour l'amélioration des rivières et la construction des canaux, on procédait par voie de concessions à péages, données à des communautés religieuses, à des particuliers, à Mme de Maintenon elle-même; ce fut la grande ressource, la seule qui restât, surtout à la fin du règne, quand les guerres eurent épuisé toutes les autres; ou bien on imposait les travaux aux villes ou aux généralités, ou à des groupes de villes ou de généralités intéressées plus ou moins directement; on frappait encore des impositions spéciales, ordinairement sur les octrois et sur les aides, sur les gabelles, en les accompagnant ou non d'allocations du Trésor royal.

Dans l'Antiquité, dans le Moyen-Age et jusqu'à notre siècle, avec des ressources budgétaires irrégulières ou mal assises, les ouvrages périssaient toujours par le défaut d'entretien; on obtenait des crédits, des subventions pour le premier établissement, qui représentait une œuvre bien déterminée,

Digitized by Google

puis on abandonnait l'ouvrage à lui-même ; les Romains avaient bien conscience des effets si funestes d'une telle négligence, et ils essayaient de les annuler, pour leurs voies surtout, les plus difficiles à surveiller, en les créant aussi solides que possible, en les rendant presque inusables. Dans cet esprit, Colbert avait essayé de faire établir des chaussées pavées, mais il n'avait pu étendre bien loin un réseau si coûteux.

Après lui, les grands travaux, mal entretenus, tombèrent en ruine, et, à la mort de Louis XIV, les choses, la viabilité surtout, étaient tombées en si pitoyable état, que le Régent dut se préoccuper sans retard d'une restauration complète : en 1715, on organisa une administration des Ponts-et-Chaussées, entre les mains de laquelle on mit des ressources normales, fournies par certains impôts sur des objets spéciaux, pour la réparation des grands chemins et des grands ponts ruinés déjà depuis longtemps ; cela ne suffit pas, et en 1718, le Trésor royal étant sans ressources, les villes pliant sous le poids des octrois et des impôts, il fallut recourir à un remède héroïque : on rétablit la *corvée royale des grands chemins ;* jusque-là on en avait réservé l'application à la zone frontière ou à la réparation de certains chemins, en prévision du passage du roi ou des armées ; quand la viabilité n'exista plus, on dut se résoudre, après de grandes hésitations, à user de cette cruelle et suprême ressource pour reconstituer tout l'ensemble du réseau, et pour refaire tous les grands chemins ; en vue de parer aux nombreux abus que la pratique de la corvée avait révélés, on chercha à la réglementer sévèrement : d'après les recherches de M. Vignon, elle était due jusqu'à trois lieues de distance pour les hommes, jusqu'à quatre lieues pour les voitures ; elle n'était pas rachetable en argent ; on y astreignait jusqu'aux enfants de douze ans ! On devait trente jours par an, à fournir par quarts ; toutefois, comme la tâche était parfaitement déterminée, pour terminer plus tôt, quelques intendants portèrent la durée du service à quarante jours par an : ce fut la *corvée temporaire,* limitée à la création du réseau ; par la suite, pour l'entretien, on établit la *corvée permanente.* C'était une charge écrasante, qui tenait de la réquisition militaire et de la corvée féodale, et qui dépassait presque tout ce que les Romains osèrent appliquer comme loi du vain-

Digitized by Google

queur, dans les pays conquis; chez eux au moins, elle ne souffrait pas d'exemption, tandis que la corvée royale ne pesait que sur la seule classe des *taillables* des campagnes, alors que la société tout entière en profitait et que les villes la rachetaient par des *aides;* elle s'aggravait d'abus sans nombre par la connivence et la cupidité des surveillants, par la rigueur des sanctions pénales (amendes, prison, garnisaires), par l'excès des exemptions (nobles, gentilshommes, ecclésiastiques, leurs fermiers et leurs domestiques, etc.); ce fut la mesure qui souleva le plus la haine et la colère de la classe sacrifiée contre ses oppresseurs. Turgot et Malesherbes usèrent leur influence et leur éloquence généreuses à demander le remplacement de cette charge inique par une contribution frappée sur les trois ordres : ils rencontrèrent de la part du Parlement et de la noblesse une résistance qui révolte; ce ne fut qu'en 1790 que disparurent définitivement et la corvée et l'imposition qui avait enfin permis de la racheter. Elle avait créé le réseau complet de nos grands chemins, mais au prix de souffrances indicibles pour les populations des campagnes!

A l'exemple de ce que Colbert avait su créer, les grandes nations de l'Europe, maîtresses d'elles-mêmes, avaient, sur notre modèle et nos leçons, entrepris de grandes choses : de 1746 à 1788, Ferdinand VI et Charles III, en Espagne, avaient réparé les routes, creusé les canaux de Castille, d'Aragon, du Manzanarès, de Murcie, du Guadarrama, de San-Carlos et d'Urgel, fondé des banques, diminué les impôts, encouragé de toute façon la marine, l'agriculture et l'industrie. En Autriche, Marie-Thérèse et Joseph II ne se laissaient pas distancer dans la même voie.

Avant de toucher à la période d'activité splendide que leur réserve notre temps, les Travaux publics traversèrent de beaux jours sous Napoléon; avec une organisation très-forte, des dotations assurées, ils trouvèrent l'élément qui leur convient le mieux, un gouvernement despotique.

On exécuta le canal de l'Ourcq, celui de Nantes à Brest et celui du Rhône au Rhin; on ouvrit des canaux de desséchement et d'irrigation; on créa Cherbourg, les routes de la Vendée, du Simplon, du Mont Cenis, du Mont Genèvre, de Tarare, de Metz à Mayence; on construisit les ponts d'Iéna et d'Austerlitz, le

Digitized by Google

Panthéon, et l'on continua le Louvre. On décréta le réseau nouveau des routes nationales, qu'on commença sur un certain nombre de points, avec le concours des prisonniers de guerre, comme aux temps romains. La France avait reconstitué, à son profit, l'empire des Césars, et sa sollicitude eut à s'étendre du port d'Anvers, qu'elle créa, aux Marais Pontins, qu'elle voulut assainir.

Par une gestion habile et sévère, les ministres de Napoléon purent assurer tous les services, suffire à ces travaux considérables, pourvoir aux frais énormes de guerres gigantesques, avec un budget qui ne dépassa pas 780 millions. C'était dignement inaugurer le XIXe siècle, qui s'appellera certainement le *siècle des grands travaux publics*, et laissera dans l'histoire du travail une trace bien autrement plus grande et plus féconde que le plus glorieux parmi les soixante qui l'ont précédé.

L'ART DE BATIR A TRAVERS LE MOYEN-AGE.

Avant de parvenir au point où nous les voyons, les procédés et les méthodes subirent des transformations, passèrent par des transitions que nous croyons intéressant de résumer très-succinctement, en empruntant de précieux renseignements à l'homme de France qui connaît le mieux ce Moyen-Age, l'a reconstitué de toutes pièces et l'a fait revivre tout entier sous nos yeux : nous venons de nommer M. Viollet-le-Duc.

Engins.

Jusqu'au XIIe siècle, les constructeurs ne surent pas retrouver les machines romaines pour transporter et monter les lourds matériaux; les routes n'existaient plus; les engins faisaient défaut; on dut abandonner le grand appareil romain et le remplacer par de mauvais revêtements en placage ou par des moellons de petit appareil, piqués ou smillés, enveloppant un noyau en maçonnerie brute. Ce fut seulement au retour des croisades que les exigences plus grandes de la construction em-

Digitized by Google

pruntèrent à l'art militaire quelques éléments de ses machines et de ses échafaudages hardis.

Chaux, sable et mortier.

Le secret de la fabrication de la chaux semble avoir été perdu jusqu'au XIe siècle; pendant cette première période, les mortiers sont mauvais, ils contiennent peu de chaux, les sables sont souvent argileux; avec le XIIe siècle, le mortier recommence à prendre de la force, et devient excellent à partir du XIIIe siècle.

Pour les travaux hydrauliques à l'eau douce ou à la mer, on employa, de préférence au tuileau concassé, la pouzzolane ou la *cendrée de Tournay,* ou ce que l'on appelait encore la *terrasse de Hollande.*

Béton.

Le béton resta employé, en fondation comme en élévation, à la façon romaine, dans le Midi jusqu'à la fin du XIe siècle; dans le Nord et le Centre, à cause de la mauvaise qualité du mortier, on le remplaça de bonne heure en élévation par des blocages maçonnés, revêtus de dallages ou de moellons de petit appareil. A partir du XIIe siècle, il ne servit plus généralement partout qu'en fondation; on trouve cependant, dans le Midi et en Gascogne, quelques exemples de linteaux de baies en béton moulé, postérieurs à cette époque.

Maçonneries.

Les Mérovingiens cherchèrent à imiter la construction des monuments romains subsistants; c'est ainsi qu'ils employèrent les blocages entre revêtements de moellons smillés ou de moellons alternant avec des chaînes de briques; ils essayèrent aussi de copier le grand appareil, mais en réduisant tellement, pour rendre le montage plus facile, la longueur de la queue engagée, qu'ils n'eurent plus qu'un dallage mal lié à un massif de mauvaise maçonnerie.

Les Carlovingiens disposèrent d'outils, de moyens, d'engins plus imparfaits encore; avec leurs matériaux mal extraits

Digitized by Google

et fort irréguliers, leurs mauvais mortiers de chaux mal cuite et de sable argileux, ils voulurent copier aussi les procédés romains, mais réussirent plus mal que leurs prédécesseurs (1); ce n'est qu'à partir du XIe siècle que l'art de bâtir, stimulé par les exigences de la construction des églises, s'inspirant des observations rapportées de l'Orient, parvint à réaliser de très-grands progrès et à retrouver les anciens procédés, en les rajustant aux besoins du temps.

Malheureusement, le pays était pauvre, les bras et l'argent manquaient, il fallait construire avec une économie très-grande; pour la facilité du travail, des transports et du bardage, on dut conserver les revêtements en moellons smillés, soigneusement choisis et appareillés, avec des remplissages intérieurs; on réserva la pierre de taille pour les parties lourdement chargées, les piliers, les arcs-doubleaux, les étais, les nerfs des voûtes, et l'on parvint à exécuter les édifices civils, militaires ou religieux les plus hardis de la période ogivale avec le plus prudent emploi des maigres ressources dont on disposait (2). Par des emprunts à l'antiquité romaine, on combina sur certains points la brique au moyen appareil de taille, on reprit les façons du *spicatum* et de l'*incertum*. Les constructions militaires, mieux conçues après les croisades, rendirent un grand service à l'art de bâtir, en préférant aux soubassements en grand appareil des massifs en blocages bien liaisonnés; ces dernières, en effet, offrent à la sape un chemin plus difficile que les assises en pierre de taille, qui se démolissent facilement dès que la première est entamée; l'art du constructeur, pour satisfaire à cette exigence, dut faire en peu de temps plus de progrès que dans les quatre ou cinq derniers siècles antérieurs.

---

(1) Ne pouvant compter beaucoup sur la tenue de leurs maçonneries, ils les renforcèrent aux deux époques par des pièces de bois de 0m,12 à 0m,20 de côté, noyées transversalement dans les massifs.

(2) Dans les constructions féodales et pour les monastères, qui ne comptaient pas, les unes avec les difficultés des transports, faits par les corvées, les autres avec les péages sur les routes, dont ils étaient affranchis, on trouve déjà souvent, dès le XIIe siècle, d'excellents matériaux, soigneusement choisis et amenés de fort loin.

Digitized by Google

Pierre de taille.

La science de l'appareilleur se perdit à la chute de l'Empire d'Occident; nous avons vu qu'aux époques mérovingienne et carlovingienne on ne put faire qu'un emploi fort discret de la pierre de taille. Faute de pratique et d'outils assez bons, on ne réussit qu'à imiter grossièrement les types romains; on trouve des bossages bruts entre ciselures; on ne fait guère d'une façon courante que des moellons smillés d'une taille généralement grossière, imitant assez souvent, dans les temps mérovingiens, les stries de l'*opus spicatum;* pour compenser le défaut de dégauchissement des lits et des joints, on pose la pierre, du VIIe au XIIe siècle, sur des lits de mortier considérables; ils deviennent plus minces du XIIe au XIIIe siècle, et redescendent à l'épaisseur de $0^m,01$, qu'ils ont à peu près de nos jours, à partir du XIVe siècle, à mesure que la science de l'appareilleur fait plus de progrès.

Pour les voûtes et la couverture des grandes salles, la voûte en plein cintre régna presque sans partage jusqu'à la fin du XIe siècle; on employa cependant encore la voûte d'arêtes romaine pour couvrir les basiliques (1). Mais quand la fièvre de constructions religieuses s'empara du pays, dans la période ogivale, quand on dut, pour économiser les ressources, réduire les voûtes à quelques arcs ou nerfs de soutien, rendus très-solides pour supporter de grands triangles de remplissage, les constructeurs eurent à faire preuve d'une habileté très-grande, et les Français devinrent bientôt les plus habiles des appareilleurs.

Ils eurent à déployer une science non moins grande dans la construction des créneaux, des mâchicoulis, des échauguettes en

(1) La voûte en berceau, du XVe siècle, qui recouvre la nef de l'ancienne cathédrale de Saint-Bertrand-de-Comminges, est une imitation assez hardie de ces voûtes mixtes de l'époque romaine : entre des arcs-doubleaux plein cintre en pierre de taille, se développent de larges anneaux de voûtes minces en carreaux hexagonaux de terre cuite avec garnissage à l'extrados; ces douelles ou cintrages en briques régulières, malgré une très-grande portée de 12 à 15 mètres, n'ont éprouvé aucune déformation.

Digitized by Google

pierre de taille, qui remplacèrent à cette époque, au sommet des remparts, les anciens hourds en charpente, trop facilement attaquables par le feu. L'art militaire réclama leur concours pour ces arcs de décharge multipliés dans les murs en vue de résister aux éboulements provoqués par la sape, ou en berceaux verticaux de soutènement des murs, dont on emprunta certainement l'idée à l'ancienne construction romaine.

En prenant aux Romains l'idée de ces arcs-doubleaux portant toute la charge, ils les laissèrent bien loin derrière eux par la hardiesse de leur exécution : ils assemblèrent avec une précision si grande les arceaux les plus minces et les plus déliés, qu'ils se maintiennent encore debout seuls, sans contreventement latéral, supportant les tabliers des ponts, comme dans le Poitou, ou remplaçant, avec une portée extraordinaire, des pannes périssables dans les fermes de Notre-Dame de Paris.

Les voûtes des ponts furent généralement extradossées parallèlement, à la façon romaine; les voûtes extradossées horizontalement ne présentent pas d'exemples de ces crossettes qui compromettent la solidité de l'ouvrage. On trouve quelquefois encore les claveaux reliés entre eux par des goujons, comme au pont de Carcassonne.

Si, dans les ponts, dont l'exécution fut morcelée, ils se résignèrent, suivant l'exemple romain, à contre-butter les poussées par des piles-culées, qui leur offraient l'avantage de sauver une grande partie de l'ouvrage, dans les cas de coupures fréquentes exigées par des guerres continuelles, ils surent, avec un sentiment très-exact, soutenir les voûtes gigantesques des églises, non pas avec d'énormes murs continus, mais aux moindres frais, avec des étais et des arcs-boutants recevant les retombées, concentrant toutes les poussées des arcs-doubleaux et des arcs de croix, et leur résistant avec le plus grand pied possible.

En témoignage de l'habileté et de la hardiesse acquises par les constructeurs dans la pratique de l'art ogival, nous rappellerons cette grande arche de 54 mètres d'ouverture du pont de La Vieille-Brioude, construite au milieu du XVe siècle, avec une portée que l'art moderne n'a entrepris qu'une seule fois de dépasser.

Digitized by Google

Fondations.

Pour les fondations des ouvrages, les constructeurs du Moyen-Age suivirent assez fidèlement les errements antiques : ils ménagèrent de très-grands empatements avec des assises de grands libages, et firent un emploi trop sobre des pilotis, qu'ils enfonçaient du reste insuffisamment. Dans la construction des ponts, la méthode romaine des fortes piles avec empatements et fruits considérables, des becs triangulaires, subsista fort tard; on sut pourtant déjà mieux protéger les pieds par des enrochements, et quelquefois par des pilotis battus en amont, pour prévenir les affouillements.

Charpenterie.

La France resta très-boisée jusqu'au XIIIe siècle; elle approvisionna de bonne heure Rome et l'Italie, et employa pour son compte le bois avec une très-grande profusion. Au commencement du Moyen-Age, par un reste d'habitudes romaines, on mit en œuvre des bois courts, mais on revint peu à peu aux pièces longues, que les Mérovingiens et les Carlovingiens disposèrent et assemblèrent avec une habileté fort grande.

La charpenterie tint une grande place dans la construction du Moyen-Age, pour les fermes et les clochers, les ponts en charpente, les ponts mobiles des remparts (*levis, torneis* à châssis ou à bascule, ou *postis* ponts roulants sur longrines), hourds et bretèches de défense ou beffrois d'attaque, etc. Quand les bois commencèrent à manquer, à partir du XIIIe siècle, les charpentiers réalisèrent quelques nouveaux progrès, auxquels on n'a à peu près rien ajouté depuis cette époque.

Travail à la tâche.

Les marques ou *sigles* gravés sur les pierres d'appareil par les ouvriers du Moyen-Age permettent de penser que les grands travaux entrepris par les corporations libres de cette époque furent faits à la tâche et non pas en régie; ces marques servaient à reconnaître l'ouvrage sur le chantier et à régler le

Digitized by Google

prix de son travail à chaque ouvrier ou tâcheron. C'est un progrès très-grand sur les conditions des anciennes corporations romaines, mais il date déjà de l'organisation des corporations provinciales et de leur ancienne liberté; mais ce n'est pas encore l'affranchissement complet du travail, car ces institutions, en échange de certains avantages, vont limiter pendant longtemps encore, par de nombreuses entraves, la liberté et l'initiative de chacun de leurs membres.

TRAVAUX PUBLICS AU MOYEN-AGE.

Expropriations.

Les seigneurs, chargés jusqu'au XVIe siècle de la construction et de l'entretien des voies locales à la traversée de leurs terres, purent disposer facilement des surfaces nécessaires en vertu de leur droit de possession supérieur. Mais quand le pouvoir central conçut le projet d'un réseau plus complet de grande communication, pour les routes comme pour les canaux, il dut s'armer du droit de prise de possession, ou de *retrait pour cause d'utilité publique*, qui fut réglé par les ordonnances de 1667 (1), 1706 et 1755. Philippe-Auguste, faute de cette arme, avait dû renoncer à rectifier certaines rues de Paris. Ce sont les précédents et les origines des règlements actuels d'expropriation pour cause d'utilité publique.

Routes.

Le réseau des voies gallo-romaines semble avoir résisté de la chute de l'Empire d'Occident jusqu'au milieu du VIIe siècle; on peut le conclure, du moins, des travaux et des édits de Brunehaut et de Dagobert; il paraît avoir disparu peu à peu

(1) Cette première ordonnance obligeait les riverains à planter des arbres le long des routes; elle donnait aux ingénieurs le droit de prendre les terrains et partout les matériaux nécessaires à la construction et à l'entretien des routes, sous la réserve d'un dédommagement pécuniaire, comme dans l'Antiquité.

Digitized by Google

dans le siècle suivant; après les tentatives de Charlemagne, la viabilité intérieure n'exista plus qu'à l'état de voies locales, plus ou moins mal entretenues et mal raccordées d'une seigneurie à une autre. Aucune autorité centrale n'intervenait plus pour régler la distribution du réseau et faire exécuter les réparations les plus urgentes; ce qui nous révèle l'état où Louis XI trouva les chemins, c'est qu'il ne put organiser le service des postes qu'avec des courriers à cheval (*veredarii*).

Pendant toute cette période, la circulation intérieure ne put se faire que par les voies navigables; cette situation se prolongea jusqu'au XVIIe siècle: les besoins de la circulation plus active exigèrent alors une amélioration profonde; avec Sully et Colbert, l'on ne parvint guère pourtant à tracer les grandes routes qu'à la traversée des villes et des villages; elles restèrent encore impraticables dans les campagnes, où l'on était obligé de se rejeter le plus souvent dans les champs; ce n'est qu'avec les sacrifices héroïques de la *corvée des grands chemins* que l'on réussit à créer le premier réseau complet des routes françaises, sans retrouver toutefois l'ensemble admirable des communications gallo-romaines.

Vers la fin du Moyen-Age et au temps de Bergier (1630), les chemins se divisaient en:

Chemins royaux, de 40 à 64 pieds de largeur (13^{m},33 à 21^{m},33), suivant les coutumes des provinces;

Chemins non royaux, de 30 pieds (10^{m},00) de largeur;

Chemins péageaux ou *châtelains,* de 14 à 20 pieds (4^{m},66 à 6^{m},66) de largeur;

Chemins forains, de 15 pieds (5^{m},00) de largeur;

Chemins voisinaux, placés sous la juridiction du juge de police, et de 8 pieds de largeur, comme la *via* antique.

En 1720, quand on entreprit la réfection des grands chemins de France, une ordonnance unifia toutes ces largeurs, qui durent être de 60 pieds (20^{m},00) pour les grands chemins et de 36 pieds (12^{m},00) pour les autres.

Digitized by Google

Ponts.

Nous avons retracé précédemment les principaux traits de la construction des ponts au Moyen-Age; nous rappellerons seulement ici qu'ils furent longtemps à peu près fidèlement copiés sur les types romains subsistants; la Renaissance italienne respecta même particulièrement cette pratique : Palladio professait qu'on ne pouvait s'inspirer de meilleurs modèles.

Ces ponts ne pouvaient périr que par les affouillements, qu'on essayait déjà de combattre par des pilotis aux avant-becs; ils se prêtaient facilement, avec leurs fortes piles-culées, à la construction lente et morcelée de cette époque très-pauvre, aux coupures partielles si fréquemment exigées par les nécessités militaires, à l'établissement des maisons et boutiques sur leurs bords et sur leurs piles.

C'est seulement à partir du XVIIe siècle que les besoins nouveaux du commerce réclamèrent l'élargissement des ponts, l'adoucissement des rampes par le surbaissement des voûtes en arc de cercle en en anse de panier; c'est de là que datent de grands progrès (1).

La construction des ponts en charpente sur piles maçonnées tint une grande place au Moyen-Age; jusqu'au XIIIe siècle, tous les ponts de Paris furent en bois; ils pouvaient être facilement coupés et remplacés, ce quiétait un avantage précieux à cette époque.

---

(1) En s'inspirant de bonne heure des excellents modèles de l'art ancien, nos constructeurs réalisèrent d'un seul coup, dès le XIe siècle, en élévation, des types d'une solidité élégante que les constructeurs allemands, moins soucieux des leçons du passé, ne surent même pas obtenir au XVIIIe siècle. Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer la spécification du pont de Dresde, construit en 1720 sur l'Elbe, aux moyennes que nous avons trouvées précédemment, aux diverses époques. Ce pont, de 441^{m},00 de longueur, de 15^{m},00 de hauteur et de 14^{m},60 de largeur, a dix-huit arches de 16^{m},70 d'ouverture, des voûtes de 1^{m},95, et des piles de 11^{m},00 d'épaisseur; dans cet exemple, le rapport de la pile à l'ouverture donne 0,657; celui de la voûte à l'ouverture est de 0,116; le vide n'est que les 0,743 du plein et les 0,425 de la surface totale.

Digitized by Google

La défense des places fit encore un grand usage des ponts-levis et à bascule, dans la construction desquels les constructeurs du Moyen-Age déployèrent une habileté surprenante.

Rivières et canaux.

Pendant tout le cours du Moyen-Age et presque jusqu'au siècle dernier, la navigation fournit presque exclusivement les moyens de circulation et de transport. Les corporations de *nautes* reparurent les premières après les invasions, et, débarrassées de la concurrence des voies de terre ruinées et disparues, elles concentrèrent entre leurs mains tous les transports et acquirent bientôt une énorme influence; des capitulaires de Dagobert, de Charlemagne et de Charles le Chauve, en réglant les droits de péage sur un nombre considérable de rivières, nous montrent que la batellerie était largement organisée sur toute la surface du territoire. Son importance ne fit que croître au retour des croisades, quand les relations commerciales de peuple à peuple s'étendirent; au milieu de l'obscurité qui environne l'administration des Travaux publics pendant le Moyen-Age, M. Vignon a pu dégager, entre autres, pour ordonner l'amélioration du cours de la Loire et la défense de la vallée contre les inondations, un capitulaire de Louis le Débonnaire et la mention de travaux de levées et de turcies entrepris en 1150, puis, plus tard, sous Philippe le Bel et Louis XI. Pour subvenir à l'entretien et à l'amélioration de la navigation, on perçut, de 1402 à 1502, des droits de *boëte*, qui furent l'origine des droits de navigation exigés encore de nos jours.

A partir de François Ier, on songea à relier les bassins entre eux par des canaux à point de partage; ces créations et l'amélioration des fleuves et rivières occupèrent tout particulièrement, dans le cours des XVIIe et XVIIIe siècles, Sully, Richelieu et Colbert; les travaux sur les cours d'eau échappaient davantage aux difficultés de l'expropriation, pour laquelle on n'était pas encore armé; ceux-ci constituaient de longues routes toutes tracées, praticables aux gros transports, supportant facilement les péages, eu égard aux frais énormes du roulage ordinaire; on obtint leur amélioration, sans frais pour le Trésor, par des con-

Digitized by Google

cessions à péage, et, malgré la réparation des routes par Sully et par Colbert, le nombre des travaux hydrauliques entrepris ou des concessions délivrées jusqu'à la mort de Louis XIV, même pour les rivières de troisième ordre, depuis la Seine, le bas Rhône (Bras-de-Fer) (1), la Loire, l'Aisne, la Somme, le Doubs, le Lot, l'Oise et l'Aube jusqu'au Clain, à la Seille, à l'Isle et à la Loire, montre que la plus mauvaise rivière était encore la voie empruntée de préférence à toute autre.

Le XVIIe siècle vit creuser ou commencer les canaux de Briare, de Beaucaire, de Bourgogne, du Languedoc, reliant entre eux les grands bassins du Rhône, de la Seine, de la Loire et de la Garonne et complétant le système de circulation de la France. Des concessions à péage firent les frais de ces constructions.

On établit des quais sur les bords des fleuves, des levées et des endiguements contre les inondations des rivières et des torrents ; on concéda des desséchements de marais, des canaux d'irrigation, à l'image des grands travaux entrepris dans la Lombardie. Le XVIIe siècle fut le siècle des grands travaux hydrauliques, comme le XVIIIe sera marqué et absorbé par la construction à peu près exclusive des routes de terre.

Ports.

Les nefs et galères du Moyen-Age ne réalisèrent aucun progrès bien marqué sur les vaisseaux antiques ; elles ne se distinguèrent que par l'élévation de leurs gaillards ; elles ne subirent de grandes transformations qu'au début des Temps modernes, quand la boussole et la découverte du passage du Cap et du Nouveau-Monde eurent ouvert des horizons tout nouveaux.

Les constructions maritimes, tant que les navires n'exigèrent pas de plus grandes profondeurs, vécurent jusqu'au XVIe siècle sur la tradition antique, recherchant pour les ports les positions naturelles, les anses de la côte, les embouchures de

(1) Nous avons vu qu'on hésita pendant tout le siècle, pour l'amélioration des embouchures du Rhône, entre l'endiguement et la canalisation.

Digitized by Google

rivières, et ne sachant guère compléter ces abris naturels que par des jetées ou des môles, créations bien inférieures à celles de l'Antiquité; elles souffrirent plus que toutes les autres de la détresse du pouvoir central; les villes elles-mêmes devaient entreprendre les travaux indispensables, en retour de certaines taxes établies sur les navires, à la façon des anciens droits de port; pour ces travaux à la mer, on empruntait la pouzzolane antique, comme on le fera jusqu'à la découverte de Vicat.

Entraîné par l'exemple des Espagnols, des Portugais, des Génois, des Vénitiens, des Anglais et des Hollandais, pour les besoins et la défense de son commerce et de ses colonies, la France, sous Richelieu et sous Seignelay, s'imposa d'héroïques sacrifices pour constituer sa marine sur un pied digne d'elle, et lui ouvrir des ports vastes et sûrs, comme Le Havre (commencé sous François Ier), Brest, Dieppe, Brouage, les Sables-d'Olonne et Toulon, sous le premier ministre, et Cette, Port-Vendres et Rochefort sous le second. Dès la fin du XVIIe siècle, l'emploi de la drague à treuil sur ponton rendait l'entretien des bassins et des passes plus facile.

Phares.

Vers la fin du Moyen-Age, on commença à élever sur les côtes, sur les falaises, à l'entrée des ports et des fleuves, un certain nombre de tours isolées chargées de défendre les approches et les entrées des passes aux pirates qui infestaient les mers; il n'est pas douteux que beaucoup de ces ouvrages ne fussent surmontés de feux, entretenus au moyen d'étoupes goudronnées, si l'on en juge par la forme des brasiers ou corbeilles en fer qui surmontent encore quelques-unes de leurs plates-formes. Nous avons cité précédemment les principaux ouvrages qui furent spécialement construits pour servir de phares.

Voirie urbaine.

A la faveur de la paix profonde qui régna dans la Gaule pendant les trois premiers siècles de notre ère, les villes gallo-romaines avaient souvent négligé de se fortifier ou s'étaient

Digitized by Google

largement étendues au dehors de leurs anciennes enceintes.

Après les terribles épreuves des invasions barbares, on se hâta de fermer les villes et de s'entasser derrière leurs remparts, sous la protection desquels on put trouver quelque repos, malgré les alertes et les guerres continuelles qui se perpétuèrent presque sans trêve jusqu'au XVIIe siècle.

On donna souvent un développement trop restreint à ces coûteuses enceintes; aussi la place dut-elle, à l'intérieur, être ménagée avec une parcimonie extrême; les rues furent, en conséquence, extrêmement étroites, et l'entassement fut souvent effroyable, surtout dans les villes qui surent, après le XIIe siècle, acheter ou conquérir leurs libertés et leurs franchises municipales : comme autrefois dans les monastères et les lieux d'asile, on y accourut en foule pour se soustraire aux exigences des seigneurs et trouver l'indépendance et la sécurité. Ces villes libres modelèrent du reste leur administration municipale, pour la plus grande part, sur le type des municipalités romaines, dont la tradition s'était conservée très-vivace dans tout le Midi.

Les rues ne furent pavées que fort tard; Philippe-Auguste, en 1203, fit paver les rues de Paris pour en régulariser la surface et assurer l'écoulement des eaux, qui séjournaient sur tous les points en flaques infectes. Cet exemple fut peu à peu suivi par les autres villes; suivant la coutume romaine, les frais de premier établissement et d'entretien furent imposés aux riverains. On adopta généralement le type des *chaussées fendues*, avec un ruisseau central, pour économiser les frais des trottoirs latéraux.

Dans les villes, la surveillance de la voirie appartenait aux municipalités ou au seigneur; dans les campagnes et les villages, au seigneur; dans le Midi, aux consuls. A Paris, l'administration fut entre les mains du roi jusqu'à Philippe-Auguste; après lui, elle passa dans celles du prévôt des marchands.

Enceintes.

Les traditions romaines se conservèrent si bien, en matière de fortification, à travers le Moyen-Age, que nous avons dû les passer en revue comme une suite naturelle des données antiques.

Digitized by Google

Rappelons seulement que les Visigoths avaient rapidement compris les préceptes de l'art antique, et les avaient soigneusement conservés et propagés autour d'eux; mais, au milieu de la décadence générale qui frappa plus tard tous les arts de la construction, les enceintes perdirent, en solidité, en hauteur, etc., beaucoup de la force défensive que savaient leur donner les Romains; l'invasion normande du IX• siècle les fit, après elle, soigner et fortifier davantage; puis, dans les croisades, au contact des ingénieurs lombards, que les croisés avaient emmenés pour diriger les travaux des siéges, et qui avaient mieux conservé les formules romaines, à la vue des solides remparts de l'Orient et des grandes machines de guerre dressées devant eux, les chevaliers occidentaux reconnurent l'infériorité de leurs défenses et se mirent, au retour, à les améliorer en relevant les enceintes, en doublant et défilant les portes, en allongeant les merlons, en couvrant mieux les défenseurs, en remplaçant partout le bois par la pierre de taille, en soignant particulièrement la qualité et la liaison des maçonneries; en usant impitoyablement des corvées et de réquisitions, ils n'épargnèrent rien pour élever des fortifications compliquées et solides, couvertes de toute part par des ouvrages avancés; ils rapportèrent en même temps des méthodes d'attaque plus savantes; la défense conserva néanmoins l'avantage jusqu'à l'avénement de l'artillerie, qui marqua, de son côté, la fin du Moyen-Age et le commencement de systèmes tout nouveaux.

Aqueducs.

Nous avons décrit précédemment quelques-uns des principaux aqueducs qui furent entrepris au Moyen-Age; jusqu'à la fin des guerres féodales, leur nombre ne fut pas considérable : on ne construisit guère d'aqueducs allant chercher l'eau à quelque distance que pour les monastères, protégés par leur neutralité; on conserva généralement alors le type romain des aqueducs voûtés et maçonnés; on trouve très-peu d'exemples de conduites forcées en plomb ou en poterie.

Les villes fermées, constamment menacées d'un siége, les châteaux-forts, placés sur des cimes élevées, ne purent se reposer du soin de leur alimentation sur ces conduites exposées,

Digitized by Google

dans la campagne, aux premières entreprises des assaillants; il leur fallut chercher plutôt à se suffire avec des puits et surtout avec des citernes, que l'on retrouve extrêmement répandues à cette époque; avant de se rendre au réservoir, l'eau était d'ordinaire filtrée préalablement sur une couche de gravier fin et de charbon pilé.

Égouts.

Les égouts, dans les villes, ne se développèrent que fort tard, presque à la fin du Moyen-Age; les monastères et les châteaux-forts en avaient été pourvus beaucoup plus tôt; ces derniers avaient obéi à une nécessité hygiénique pressante, qui faisait rejeter soigneusement hors de l'enceinte toutes les causes d'insalubrité capables d'engendrer des épidémies pendant les longs siéges des guerres féodales.

Mines et métallurgie.

Pendant le Moyen-Age et les Temps modernes, jusqu'au milieu du siècle dernier, les mines eurent des fortunes diverses, dont M. Caillaux a retracé l'histoire : elles furent abandonnées presque complétement à partir du IVe siècle jusqu'au temps de Charlemagne, qui sut faire reprendre à leur exploitation, en France et en Allemagne, une activité assez grande; puis, après lui, au milieu de l'anarchie générale, elles retombèrent dans l'abandon jusqu'au XIe siècle, sauf pour quelques mines exploitées par les monastères, et dans les Alpes et en Espagne, où les Sarrasins purent continuer à extraire du cuivre et de l'argent.

Au XIIe siècle, avec la reprise du progrès matériel, les mines ne furent pas délaissées; il se forma des corporations de mineurs, et de nombreux travaux furent entrepris dans les Vosges, dans les Pyrénées, dans le Béarn, dans l'Auvergne, dans le Forez, le Vivarais, le Rouergue, le Gévaudan et les Alpes; mais pendant le XIVe siècle, la guerre de Cent-Ans, la Jacquerie, la guerre des Albigeois, vinrent suspendre l'élan donné; l'exploitation avait à lutter encore, à cette époque, contre les difficultés de l'aérage, de l'épuisement, et contre l'avidité des seigneurs,

Digitized by Google

qui prélevaient les dix et jusqu'aux vingt centièmes des produits pour redevances.

Au commencement du XVIe siècle, la découverte de l'Amérique et de ses mines précieuses ramena les esprits au souvenir des richesses nationales, qu'on se mit à rechercher et à exploiter activement en France, comme en Allemagne, en Angleterre, en Suède, en Alsace et en Lorraine; on fut aidé dans cette tâche par deux découvertes importantes : la poudre et les grandes galeries d'écoulement; au XVIe et au XVIIe siècle, les guerres religieuses, la guerre de Trente-Ans, puis celles de Louis XIV arrêtèrent encore les travaux des mines en France; mais l'activité resta grande en Allemagne, en Angleterre, en Alsace, en Lorraine et en Franche-Comté. Ce ne fut qu'avec le XVIIIe siècle, à partir de 1741 surtout, que des travaux considérables furent entrepris, pour l'exploitation des mines et pour la métallurgie, sous l'impulsion des États-provinciaux.

Les principales mines dont l'exploitation, au milieu de ces vicissitudes, fut tour à tour abandonnée et reprise, furent celles de Pompéan (plomb) en Bretagne, de Chessy, de Saint-Bel (cuivre), les exploitations de fer des Pyrénées, de la Bourgogne, du Nivernais, du Berry, du Perche et de la Champagne. La Croix-aux-Mines (Vosges) fournissait, dès 1315, des galènes argentifères, Sainte-Marie-aux-Mines du cuivre et des galènes argentifères depuis le Xe siècle; Giromagny donnait, dans le Moyen-Age, les mêmes produits.

En Espagne, on travailla longtemps encore aux mines d'Almaden, mais toutes les autres furent perdues ou abandonnées : on ne se préoccupait plus là que des mines d'Amérique.

Toute l'activité industrielle s'était retirée, à la faveur de la paix et d'un régime intelligent, en Allemagne et en Angleterre : les mines du Hartz étaient depuis le Ve siècle en pleine prospérité; on exploitait l'argent en Saxe, l'étain en Bohême, le mercure, le fer et le plomb en Styrie, l'or en Hongrie et en Transylvanie; la Grande-Bretagne continuait à s'enrichir avec ses mines de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, et attaquait ses immenses dépôts de houille. La Suède exploitait ses mines de fer, et la Norwége ses mines d'argent de Kongsberg.

La poudre à canon avait apporté, au commencement des

Digitized by Google

Temps modernes, son concours précieux à l'industrie minière; on savait faire aussi des galeries d'écoulement, même de 8 kilomètres de longueur; l'emploi plus général des moteurs hydrauliques et des manéges à chevaux permettait dejà des efforts plus puissants pour actionner les treuils d'extraction et les pompes d'épuisement; en même temps, la ventilation des galeries mieux comprise, obtenue naturellement par des puits en communication et par des cheminées, ou même artificiellement par d'énormes soufflets mus mécaniquement, donnait la faculté d'étendre le champ d'exploitation bien au delà des limites que les Romains n'avaient pu franchir. L'abatage se faisait généralement par gradins droits, et l'on commençait à remblayer soigneusement les tailles derrière soi.

La création des canaux, l'amélioration des voies de transport encourageaient de proche en proche le développement de cette industrie.

Malheureusement, pendant toute cette période, jusqu'à un siècle de nous, l'esprit humain se débattait au milieu des plus vaines théories chimiques et géologiques, faute de bases solides et de méthode scientifique certaine. Tout en entretenant de regrettables erreurs et en procédant au hasard, l'alchimie cependant multiplia les recherches et les expériences, enseigna un grand nombre de faits nouveaux, qui préparèrent l'avénement et les progrès rapides de la chimie moderne. La métallurgie et la sidérurgie firent leur profit d'un certain nombre de découvertes et de travaux de l'alchimie; les traités sur la métallurgie d'Agricola, en 1530, les ouvrages postérieurs des Allemands Beccher et Stahl, quoique embarrassés de spéculations vagues et naïves, en vulgarisant des faits d'expérience, ne furent pas étrangers aux progrès de cette industrie; l'art de réduire les métaux se perfectionnait peu à peu; à la fin du XVIIe siècle, on savait obtenir le fer, autrement que par la méthode catalane, avec des minéraux pauvres et réfractaires; on savait produire normalement la fonte au bois en aidant à la fusion et à la séparation des gangues par l'addition de castine ou d'herbue; en 1750, en Angleterre, le haut-fourneau s'élevait déjà à 8 ou 9 mètres de hauteur avec sa cuve, ses étalages, son ouvrage, la dame, la tympe et la bataille; on le soufflait à l'air froid, avec des soufflets mécaniques en bois et en cuir; on savait puddler au charbon

Digitized by Google

de bois et cingler la loupe au martinet. En 1752, on commençait à puddler à la houille et à brûler du coke dans les hauts-fourneaux. Dès 1741, la France envoyait à l'étranger, pour étudier les mines et la métallurgie, des ingénieurs, qui vulgarisaient, au retour, les meilleurs modes de traitement et fondaient l'enseignement de la métallurgie et de l'exploitation des mines.

ÉPOQUE ACTUELLE.

Nous venons de voir quelle influence prépondérante les exemples et les leçons laissés par les Romains exercèrent sur les choses du Moyen-Age et des Temps modernes jusqu'à l'époque contemporaine; leur génie plane invisible, mais toujours présent, sur les treize ou quatorze siècles qui nous séparent d'eux; à ce titre, en exhumant ces créations du passé, nous n'avons pas remué des restes isolés et indifférents, nous avons retrouvé nos origines les plus proches; nos œuvres contemporaines sont directement les filles de ce passé, venues dans un temps mieux instruit et plus éclairé; et l'étude que nous avons entreprise n'est pas une feuille perdue de l'histoire du travail humain, c'est presque l'histoire d'hier, car c'est encore l'histoire du siècle dernier.

Il faut passer, sans transition, de l'époque romaine à la nôtre pour trouver un cadre aussi complet de grands travaux de toute nature remaniés ou refaits; les siècles intermédiaires se sont épuisés en efforts isolés, en créations imparfaites et morcelées, sans rien produire d'aussi grand et d'aussi durable autre part que dans l'art religieux.

Avant d'établir, par comparaison, le bilan de notre temps, il nous faut rechercher les circonstances qui ont préparé et marqué les grandes choses de l'époque actuelle, et lui marqueront certainement sa place immédiatement après les époques assyrienne et romaine.

Les dernières applications du travail gratuit des armées avaient mal réussi à Sully et à Louis XIV; la corvée des grands chemins avait accompli sa tâche avec une peine et des souffrances inouïes; le temps des grands travaux exécutés

Digitized by Google

sous le *bâton des réïs de Chéops* ou le *cep de vigne des centurions romains* était passé; la Révolution française était venue consacrer le principe du travail libre et librement consenti, il ne fallait plus dès lors compter sur la patience indéfinie d'une classe déshéritée, on ne pouvait plus disposer abusivement de son travail comme d'une chose sans valeur; tout semblait alors devoir manquer à l'industrie humaine au début de ce siècle, au moment même où elle allait avoir tout à créer pour faire face aux exigences d'une société toute nouvelle. Pour remplacer la force humaine émancipée, qui aspirait à n'être plus qu'une force intelligente, mais coûteuse, il fallut trouver d'autres instruments dociles et impersonnels : sur les données de la science pure, la mécanique, la construction, la chimie et la métallurgie se prêtèrent un mutuel concours pour improviser une légion d'agents inconscients, d'une docilité sans pareille, d'une puissance incomparable, d'une activité infatigable, qui surent produire en moins de temps, avec moins de frais, des masses énormes de travail; la vapeur, l'eau, l'électricité, l'air comprimé, les matières explosibles fournirent bientôt à discrétion la main-d'œuvre dans des conditions que les premiers inventeurs n'avaient pas osé entrevoir. Nous tenions dès lors dans nos mains des moyens de création qui pouvaient suffire aux plus grands projets, aux conceptions les plus gigantesques.

En proclamant cet autre principe de l'égale répartition des impôts, de l'intervention de tous, selon ses moyens et ses forces, dans les charges du pays, l'ordre nouveau révéla le secret d'une puissance jusqu'alors peu connue, celle de l'association publique; ces idées neuves, qui avaient fourni au budget sous Napoléon 800 millions, avec moins de protestations et de souffrances que n'en provoquaient les 300 millions produits par les impôts mal répartis avant 1789, et avaient permis de créer déjà sous l'Empire de si grandes choses, ne tardèrent pas à passer dans le domaine des entreprises privées; le champ de l'activité humaine, souvent borné chez les Romains aux créations municipales, s'agrandit outre mesure et sut bientôt embrasser les entreprises les plus vastes, les travaux de l'utilité la plus générale, que l'on était habitué à voir l'Etat seul assez puissant pour aborder.

Doublant ainsi l'initiative officielle, comme autrefois l'ini-

Digitized by Google

tiative municipale doublait les efforts de l'État romain, l'initiative privée, fécondée par le principe d'association, appuyée sur cet autre principe fécond des concessions à péage et de la rémunération des services, a pu créer d'un seul coup, pour répondre à des besoins toujours nouveaux, toujours plus grands, les chemins de fer, les canaux sur presque tous les points du globe, et jusqu'aux routes, aux phares et aux ports en Angleterre et dans beaucoup d'autres pays.

En même temps que l'ingénieur savait mettre à ses ordres toutes les ressources pour triompher des difficultés qui surgissaient sur ses pas, par une meilleure méthode scientifique, par l'observation et l'analyse plus attentives et plus exactes des efforts qu'il avait à vaincre et des résistances qu'il avait à leur opposer, il arrivait à disposer et à proportionner d'une façon rigoureuse les éléments de ses œuvres, en ménageant avec une économie jalouse la fortune publique et en en réservant le plus possible pour la tâche, chaque jour grandissante, qu'il lui restait à accomplir.

Par la double initiative des Etats et des Associations particulières, avec le concours puissant des machines, par l'activité féconde du travail à la tâche ou à l'entreprise, qui se généralise de plus en plus, en moins d'un demi-siècle, sur la surface du monde civilisé, s'est créé presque de toutes pièces un réseau gigantesque de routes, de chemins de fer, de canaux, de voies navigables, de ports et de phares, sans parler encore des travaux municipaux, repris et remaniés presque tout entiers.

Tout cela a surgi sous l'influence magique d'un régime de liberté industrielle, et nous pouvons admirer toutes ces œuvres avec orgueil, parce que nous y avons tous contribué pour quelque part, et sans tristesse, car elles n'ont coûté aucun sacrifice à la dignité et à la liberté humaines et qu'elles sont absolument pures de cette tache indélébile qui ternit l'éclat des œuvres égyptiennes et d'un bon nombre de créations romaines.

Comme nous l'avons fait remarquer, les théories nouvelles n'ont eu le plus souvent qu'à confirmer des pratiques appuyées sur une expérience bien des fois séculaire; nous n'avons eu qu'à perfectionner les détails, mais sans rien changer aux principes; cela est particulièrement vrai pour les constructions ma-

Digitized by Google

çonnées, que l'importante découverte de Vicat nous a permis de reprendre d'après la méthode toute romaine des petits matériaux, avec toutes les garanties que les Romains savaient obtenir. Les perfectionnements les plus notables que nous ayons su réaliser, résident dans les larges applications que nous avons faites des métaux et des constructions métalliques, pour les voies ferrées, les piles et les travées des ponts, les portes d'écluses, les phares, les conduites d'eau, le fonçage des puits et jusqu'au revêtement des quais.

En dehors de ces solutions nouvelles, les Anciens ne nous ont guère laissé à améliorer que le matériel et les procédés des chantiers. C'est ce que nous allons passer fort rapidement en revue.

Routes.

Pour l'exécution des terrassements à sec comme pour l'exécution des maçonneries, nous sommes restés aux méthodes primitives avec l'appoint du travail à la tâche et d'une bonne division du travail; nous n'avons su perfectionner que l'abatage des roches à la poudre ou à la dynamite, et le transport des déblais par voies ferrées et locomotives. L'emploi du rouleau à vapeur pourra faciliter encore la construction des routes. Mais sur ce chapitre, si notre réseau moderne des routes de terre brille par son étendue, par une meilleure étude des rampes, il ne constitue pas un progrès marqué sur les œuvres correspondantes de l'époque romaine.

Nous ne pouvons leur opposer avec orgueil que nos voies ferrées, qui resteront comme la véritable caractéristique de notre temps, avec leur développement merveilleux de tranchées, de remblais, de tunnels et de viaducs, élevés ou percés comme sans effort.

Nos viaducs n'étonneraient à coup sûr les Romains que par leur multiplicité, mais nos ouvertures de tranchées ou de tunnels dans la roche, si hardiment entreprises, à travers le Mont-Cenis ou le Saint-Gothard, montrent qu'il n'existe plus de barrières assez hautes ni assez épaisses pour arrêter nos locomotives, et marquent nettement la supériorité que nos moyens d'attaque ont su acquérir avec le concours des agents explosibles et de l'air comprimé.

Digitized by Google

Ponts.

En appelant à son aide le concours de la géologie et des éléments métalliques, la construction des ponts ne rencontre plus d'obstacles infranchissables et ne connaît plus de mécomptes. Les fondations par l'air comprimé, les ponts suspendus, les ponts fixes en fer ou en fonte, droits ou en arcs, fournissent des solutions toujours sûres à toutes les difficultés possibles.

Les ponts en pierre ne sont point délaissés, et dans la construction de leurs voûtes hardies, biaises ou droites, en arc, en ellipse, en anse de panier, nos appareilleurs montrent tous les jours qu'ils descendent de ces grands artistes de l'époque romaine ou gothique, dont ils savent égaler l'habileté.

Nous savons surtout donner à nos fondations une solidité à toute épreuve, en les descendant à la profondeur nécessaire, à 25 et même 30 mètres s'il le faut, en ménageant les débouchés, en garantissant les piles contre toute éventualité et tout danger par des radiers généraux, des enracinements et des massifs de béton suffisants, des pieux et des enrochements bien surveillés. Nous pouvons dire qu'aujourd'hui les ponts ne peuvent plus tomber.

Canaux et rivières.

L'écluse à sas, les tunnels et les ponts-canaux permettent depuis longtemps de conduire les canaux navigables à la manière d'une route ordinaire à travers tous les obstacles; malheureusement, le système de nos canaux français manque d'unité et de vues d'ensemble, ce qui en compromet l'utilité et le laisse bien en arrière des exigences actuelles.

L'amélioration des rivières, à peine ébauchée avant nous, réclamée par les tonnages plus forts de la navigation, se poursuit de nos jours avec succès par les barrages éclusés, les resserrements, les canaux latéraux.

Les travaux de desséchement, d'irrigation et de colmatage s'entreprennent couramment; en s'aidant du concours des machines, on a pu remporter des succès sans précédent.

Digitized by Google

C'est pour ces travaux hydrauliques que le matériel des chantiers a fait une de ses acquisitions les plus importantes : la drague à vapeur, avec ou sans couloir, pour le creusement, l'approfondissement et l'entretien des canaux, des passes et des ports, a révélé son énergique puissance dans les travaux du canal de Suez, et met à notre disposition le moyen de combattre efficacement de nos jours ces ensablements devant lesquels les Romains ont dû partout reculer.

Ports.

Les exigences de la marine actuelle, de la marine à vapeur, des navires cuirassés, ont obligé notre temps à reprendre brusquement presque tout entière l'œuvre du passé. Il faut de grandes rades de mouillage devant les ports; les passes, les darses et les bassins réclament aujourd'hui des profondeurs d'au moins 7 mètres; dans les mers à marée, les grandes dimensions des nouvelles constructions navales en fer, la délicatesse de ces coûteuses machines ne peuvent plus comporter l'échouage, et exigent des bassins à flot fermés par de gigantesques écluses; il faut encore des bassins et des écluses de chasse pour maintenir la profondeur des bassins et du chenal, des bassins de radoub pour le nettoyage des carènes et la réparation des hélices; il faut un calme plus absolu dans les bassins et les avant-ports où les grands navires se pressent, ce qui nous entraîne à un système de môles, de jetées et de brise-lames protecteurs d'une très-grande importance. Il faut encore, pour ces coûteux navires qui ne peuvent pas attendre, des moyens de chargement et de déchargement puissants, et des magasins et des docks pour recevoir et préparer le fret. Tout cet appareil si compliqué du port moderne a été repris et installé presque en moins d'un quart de siècle, et ce ne sera pas une des moindres gloires de notre temps d'avoir résolu, à peu près également sur tous les points, un si vaste problème, un pareil ensemble de travaux, dont le plus simple détail, une seule écluse représente une entreprise gigantesque.

Digitized by Google

Phares.

Nous avons retracé précédemment les progrès qui ont été réalisés de nos jours dans cet important service; nous pouvons les résumer encore d'un seul mot, en disant que les côtes de certains pays, de la France surtout, sont peut-être plus facilement reconnaissables et abordables la nuit que le jour.

Aqueducs.

Malgré le concours précieux que peuvent nous prêter les machines hydrauliques ou à vapeur, malgré les économies que nous savons réaliser de nos jours en calculant plus exactement les dimensions des ouvrages et en proportionnant mieux les dépenses aux résultats à obtenir, malgré les facilités que nous apporte la métallurgie pour l'établissement des grandes conduites, nos distributions d'eau restent déplorablement inférieures à celles des Romains. Si nous recherchons avec plus de soin les qualités chimiques des eaux, nous manifestons encore une trop grande indifférence à l'endroit de leurs qualités physiques et de leur abondance, trois éléments du confortable dont les Anciens, justement difficiles, ont toujours exigé la réunion.

Egouts.

Sauf dans quelques cas exceptionnels où l'on n'a pas mesuré les sacrifices, nous ne sommes pas non plus de ce chef en progrès sur le passé; nous avons facilité l'entretien et amélioré les procédés de curage; mais le plus grand succès que nous pourrons inscrire bientôt à l'actif de notre temps, ce sera l'utilisation économique des eaux de ces égouts et la restitution à l'agriculture d'une part importante des richesses que les grands centres consomment.

Mines et métallurgie.

L'exploitation des mines et la métallurgie ont fait de tels progrès de notre temps, qu'elles semblent, à première vue, avoir été créées de toutes pièces sur des bases toutes nouvelles.

Digitized by Google

Les moyens actuels de ventilation, d'extraction et d'épuisement, les nouveaux procédés de traversée des niveaux et de fonçage des puits, d'abatage des roches, vont permettre de descendre certainement les limites de l'exploitation bien au delà de la profondeur de 600 mètres, qu'elle atteint déjà.

Quant aux procédés métallurgiques, ils savent résoudre aujourd'hui les problèmes les plus compliqués que les exigences de notre temps puissent leur poser; les hautes températures inter-moléculaires, les fours à gaz Siemens, les chalumeaux à gaz oxy-hydrique ou métallurgiques permettent de fondre jusqu'au fer et aux matériaux les plus réfractaires; faute de trouver des matières assez résistantes pour constituer des appareils qui ne se détruisent pas eux-mêmes, la métallurgie subit même de nos jours un temps d'arrêt dans son progrès. Nous assistons, dans cette industrie, à un duel à outrance entre le feu et la matière réfractaire; le même combat singulier est ailleurs engagé entre le canon et le blindage protecteur.

PART DE LA FRANCE DANS LES TRAVAUX MODERNES.

Les Travaux publics sont le signe le plus sûr et le plus sensible qui atteste l'état social, la prospérité intérieure, l'énergie et la richesse économique des nations; en retraçant leur histoire, nous n'avons pu nous empêcher de montrer leur sort lié partout aux fortunes diverses des empires : ils grandissent ou diminuent avec elles. Pour notre pays, ces témoins proclament bien haut ce que nous avons su faire, même au lendemain des plus terribles défaites.

Notre vieux génie gaulois, qui ne fut pas seulement *imitateur*, comme le disait César, mais sut montrer de bonne heure par surcroît une force de réaction et une faculté d'initiative incomparables, en perçant les ténèbres de la barbarie au Moyen-Age, ne s'est jamais contenté de briller au premier rang par ses créations nationales; il ne lui a pas suffi de fonder la part la plus large et la plus belle des sciences nouvelles, et de se livrer sur son propre sol aux recherches et aux applications les plus hautes et les plus hardies des méthodes et des arts qu'il enfantait, avec

Digitized by Google

Descartes et Pascal, Vauban et Bélidor, d'Alembert et Lavoisier, Perronet et Monge, Lagrange et Berthollet, Carnot et Laplace, Fresnel et Ampère, Navier, Prony, Gay-Lussac, Arago, Séguin, Clapeyron, Vicat, Polonceau, Ebelmen, Pouillet, Thénard, Flachat, Jullien, Perdonnet, Mary, Bélanger, Combes, Rivot; combien ne sommes-nous pas forcé d'en oublier! Quelque grande tâche que la France ait eu à remplir chez elle, elle n'a jamais réussi à absorber tout entières son activité et son ardeur généreuses : il lui a fallu se lancer, avec son enthousiasme ordinaire et sa furie proverbiale, pour propager à travers le monde les idées et les inventions nouvelles, comme elle partait au Moyen-Age pour répandre l'architecture religieuse et comme elle s'est levée dans tous les temps pour la défense de toutes les grandes causes. Depuis un demi-siècle surtout, elle a distribué libéralement à toutes les nations de l'Europe ses capitaux, ses modèles et la science de ses ingénieurs; elle a contribué pour une large part à tous les grands travaux qui ont transformé l'Autriche, la Russie, l'Italie, l'Espagne, la Suisse, l'Afrique, l'Egypte et la Turquie; elle a montré la voie à leur industrie en payant non-seulement de son exemple, mais toujours de son épargne et de sa personne; elle a contribué enfin aux deux plus grandes œuvres de ce siècle fécond, pour une bonne part au percement du Mont-Cenis, et, quant à l'autre, le percement de l'isthme de Suez, dans des conditions que les Pharaons et les trente siècles suivants n'avaient osé entrevoir, elle est bien l'œuvre exclusive de la France, de son capital, de son génie et de ses enfants.

Voilà ce que nous avons su entreprendre après vingt ans de guerres gigantesques, après avoir dû balancer les efforts de l'Europe entière, au lendemain d'une défaite sanglante et d'une invasion terrible, la cinquième ou la sixième peut-être, aussi impuissantes les unes que les autres à nous tuer sous leurs coups.

Il n'est pas mauvais de rappeler ces grandes leçons du passé à ceux qui proclament si facilement la déchéance de la race latine, et à nous-mêmes, qu'un moment de fortune contraire pourrait décourager et abattre. Nous sommes toujours les plus proches héritiers de cette race gallo-romaine, qui, armée de la civilisation latine, vivifiée par le sang celtique, sut se relever tant de fois de la ruine la plus complète, de l'envahissement total, se

Digitized by Google

retremper dans sa défaite, et après chaque épreuve remonter plus haut à la tête du progrès moral et de l'humanité. Non, la nation qui, hier encore, dispensait autour d'elle un tel excès de vitalité et de force, ne doit pas, ne peut pas mourir; elle a, du reste, comme l'a dit si justement M. Guizot, le don de la résurrection. Répétons donc avec confiance ce vers de Virgile :

« *O passi graviora, Deus dabit his quoque finem.* »

que traduisait de son côté sur les remparts de Paris, par une des soirées les plus sombres de ces dernières années, dans ce ferme et simple langage d'une foi profonde, un savant dont notre pays s'honore : « Nous en avons vu bien d'autres; j'ignore ce qui « nous attend; mais, quelle que soit l'épreuve, nous saurons la « traverser et lui survivre; nous sommes la France et nous « resterons toujours la France. »

Nous avons en effet supporté de plus cruelles secousses sans mourir! Rome s'est relevée du désastre de Varus; comme elle, nous reprendrons aussi, nous avons repris déjà le cours de nos destinées si hautes; et, gardant notre place marquée à la tête de la civilisation, nous fournirons encore de grandes et belles pages à l'édition nouvelle qu'un autre Bongars pourrait entreprendre des *Gesta Dei per Francos*.

FIN

Digitized by Google

ERRATA

PAGES :	LIGNES :	LIRE :
V	10	... les blessures laissées par la défaite, à l'impulsion du vainqueur,
VII	6 en bas	consulter les témoins les plus obscurs,
VIII	15 en bas	nous avons eu la pensée de faire non point une œuvre...
7	3-19	la Campagne romaine... — ... quelquefois...
8	6 en bas	... et leur assurèrent bientôt...
9	16	... avant la chute de la République, tandis que...
20	8 en bas	Les lentilles, les pois,...
28	7	... allaient pour une large part au *fiscus*.
29	9	... restreint aux seuls droits privés.
31	13	(A la ligne.) Les provinces sénatoriales jouirent...
41	7 en bas	en élevant des arcs de triomphe,
50	9 en bas	... à la Propontide un lac intérieur...
53	1	l'esprit de sédition et d'indépendance...
78	19	des aires de grès et de porphyre vitrifiées;
78	22	aux environs de Strasbourg,...
80	2	les Sarrasins...
95	14 en bas	quand les murs avaient trop d'épaisseur,
98	13 en bas	pour construire l'aqueduc de Caserte...
101	4-5-9	Empatement
102	11-23-25	Empatement
103	22	Empatement
136	10	à l'élégissement des tympans...
138	4 en bas	malgré le prix considérable...
145	3	... sa brillante civilisation, obéissant à une impulsion naturelle,
172-173	»	*birotæ*, *rhedæ*, *mulæ*
191	16	... les restes de la chaussée romaine,
192	1 en bas	à Laybach,
199	1 en bas	Chalons
209	18	Chalons
214	10 en bas	Chalons
321	4	sur toute l'épaisseur de la pile se remarquent trois ouvertures carrées...
321	24	On rencontre aussi...
322	1	par l'ancienne voie qui reliait...
326	9	... d'une science et d'une civilisation très-avancées;
337	11 en bas	Lahire
391	3	sur la rive droite ou sur la rive gauche du Rhône,
404	2	CANAUX DE SÉSOSTRIS, DE DARIUS, DE PTOLÉMÉE....

Digitized by Google

PAGES :	LIGNES :	LIRE :
419	5 en bas	Puis le petit golfe fut atterri et remblayé...
423	5 en bas	... la guerre de Véies.
424	2	Les Romains entreprirent...
425	6	... le palais de Caserte.
433	16	pourvus de quinze à vingt ancres...
441	13	... exigea fréquemment de très-grands ouvrages,
442	1	... du milieu desquels on a les plus grandes peines...
457	2	970 mètres de longueur et 760 mètres de largeur,
457	5 en bas	Les autres bassins ou passes offraient une surface...
476	1	mais ces chaussées furent rompues en 1320,
482	13	et son enceinte, de 20 milles de tour,
496	9	... n'avaient que de 40 à 90 mètres de quais...
514	3	... sur les hauts-fonds les plus dangereux,
536	5 en bas	(*balistæ* et *carrobalistæ*)
545	1 en bas	Carthage avait 20 milles de remparts;
546	16 en bas	Carthage | 700 000^{hab} | 8 100^{hect} || 87^{hab} | 115^{m2}
557	5	les aiguadiers, chargés du soin des prises d'eau;
574	13	pour obtenir un résultat bien appréciable,
582	8	et évasés à leur embouchure;
584	14	0^{m},135 de diamètre extérieur et 0^{m},0125 d'épaisseur;
604	3	bien que nous ne puissions plus aujourd'hui citer...
624	1 en bas	partait de Jouques et venait...
641	5	AQUEDUCS DE BYZANCE.
656	15 en bas	... 20 000 mètres, déversés à Paris à 108 mètres d'altitude.
691	18	... à *Uxellodunum*...
695	2 en bas	ou minerais pulvérisés à traiter,
700	1 en bas	... et d'Alonnes,
707	note	Au siége d'*Uxellodunum*,...
711	6	MM. Ronna et Petitgand,...

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Préface I

CHAPITRE PREMIER

Économie politique, agricole et commerciale des Romains. 1

Economie générale 1
Agriculture 6
Industrie et commerce 8
Relations commerciales 12
Mesures et monnaies 16
Prix et salaires 19

CHAPITRE II

Revenus et charges de l'État. 23

Budget 23
Impôts directs. — Cadastre 24
Impôts indirects et péages. — Perception 25
Trésor public 27
Immunités et droits politiques 28
Prestations 31
Charges du Trésor 32
Armée 33
Administration 34
Distributions et largesses 35
Travaux publics 36
Réserves et emprunts 38

CHAPITRE III

Administration et ressources des Travaux publics. 41

Administration et dotation 41
Direction 44
Modes d'exécution 44
Exécutions en régie 45

Digitized by Google

Pages.
Légions 45
Prisonniers, esclaves et condamnés 48
Réquisitions et corvées 49
Corporations ouvrières 51
Expropriations 59

CHAPITRE IV

Procédés généraux et matériaux de construction. 63

Division du travail 64
Instruments des arts 65
Outils 66
Engins et apparaux des chantiers 68
Échafaudages 71
Matériaux employés 72
Bois 72
Métaux 73
Choix des matériaux 74
Carrières 75
Briques 76
Chaux, ciment et pouzzolane 79
Sables 82
Mortiers 83
Enduits 84
Plâtre 85
Murs vitrifiés 85
Béton 86
Maçonneries 88
Constructions pélasgiques ou cyclopéennes 89
Appareils divers 90
Grand appareil 91
Appareil moyen 96
Petit appareil 97
Maçonnerie de briques 100
Blocages 100
Fondations à sec 100
Fondations dans l'eau et à la mer 101
Murs isolés 107
Murs de soutènement, éperons, contreforts 108
Voûtes 113
Plein cintre 114
Arcs-doubleaux 118
Voûtes biaises 119
Arc de cercle 120
Voûtes en béton 124
Ogive 126
Charpentes et cintres 128
Charges des maçonneries et résistance des matériaux 132
Entretien et surveillance des ouvrages 137
Styles des constructions romaines 139

Digitized by Google

TRAVAUX PUBLICS

CHAPITRE V

Pages.

Voies romaines. 143

Origines géographiques..... 146
Itinéraires notés..... 147
Itinéraires tracés..... 148
Principes de la création des voies..... 150
Classification des voies et chemins..... 151
Administration des voies..... 153
Frais d'établissement et d'entretien..... 154
Construction des voies romaines..... 155
Largeur des voies..... 155
Accessoires des voies..... 157
Exécution des plates-formes et des chaussées..... 157
Pavages et empierrements..... 158
Matériaux employés..... 161
Tracé et pentes des voies romaines..... 162
Remblais et viaducs..... 164
Tranchées et tunnels..... 165
Montoirs, bornes, piles, portes..... 167
Mutations, mansions et stations, courses publiques et postes impériales.. 169
Courses rapides..... 172
Courses pesantes : *angariæ*..... 175
Camps et postes fortifiés..... 175
Villes fortifiées..... 176
Castra stativa..... 177
Castella et *oppida*..... 178
Réseau des voies romaines..... 179
Réseau de l'Italie..... 180
Passages des Alpes..... 184
Voies de l'Helvétie..... 193
Voies de la Gaule..... 193
Passages des Pyrénées et voies de l'Espagne..... 237
Voies de la Grande-Bretagne..... 239
Voies de l'Afrique..... 239
Voies de l'Asie..... 245
Récapitulation et comparaison aux réseaux modernes..... 247

CHAPITRE VI

Ponts et viaducs. 250

Traversée des rivières..... 250
Moyens de traversée..... 256
Pontifes..... 259
Passages à gué ou en bac..... 260
Ponts de bateaux ou de radeaux..... 261
Ponts provisoires en bois..... 262
Ponts fixes en bois..... 263

Digitized by Google

Pages.
Ponts en pierre et en bois..... 264
Ponts en maçonnerie..... 266
Formes des arches et profils des ponts..... 269
Piles-culées..... 273
Débouché..... 273
Ouvertures des arches..... 275
Longueurs..... 275
Hauteurs..... 276
Largeurs..... 277
Piles. — Fondations et dimensions..... 278
Avant-becs..... 280
Voûtes..... 283
Montage des voûtes, cintres..... 284
Murs de tête et tympans..... 285
Abords des ponts..... 286
Corniches, parapets, ornements..... 287
Rapports de l'épaisseur des piles aux ouvertures..... 289
Rapports de l'épaisseur des voûtes aux ouvertures..... 291
Charges supportées par les maçonneries..... 296
Rapports du vide au plein et du vide à la surface totale..... 297
Ponts de Rome..... 304
Ponts en Italie..... 308
Ponts gaulois. — Ponts dans les Gaules..... 315
Ponts en Helvétie et en Germanie..... 325
Ponts en Espagne..... 325
Emploi de l'ogive dans les Travaux publics..... 331
Ponts en Afrique..... 332
Ponts en Asie..... 333
Ponts du Moyen-Age..... 333
Tableau comparatif des ponts et viaducs de l'Antiquité, du Moyen-Age et des Temps modernes..... 338

CHAPITRE VII

Rivières et canaux. 339

§ 1er. — Navigation intérieure. 339

Réseau navigable de l'Italie..... 341
Navigation et régime du Tibre..... 343
Voies navigables de la Gaule..... 345
Voies navigables de l'Espagne..... 348
Voies navigables de la Pannonie et de la Mœsie..... 349
Corporations de bateliers..... 349

§ 2. — Canaux de navigation. 351

A. *Canaux à points de partage*..... 352
Canal du lac Averne au Tibre..... 352
Canal du Rhin à la Meuse..... 353
Canal de la Saône à la Moselle..... 354
Canal de Terni..... 355
Percement de l'isthme de Corinthe et du mont Athos..... 355
B. *Canaux latéraux*..... 357

Digitized by Google

Pages.
Deltas et estuaires 358
Cordon littoral 362
Barres des fleuves 363
Atterrissements des embouchures 365
Avancement des embouchures 365
Atterrissements latéraux 366
Appareil littoral 369
Courants littoraux 369
Avancement des rivages 375
Oscillations du sol terrestre 377
Canalisation latérale 379
Tibre et Fosse Claudienne 383
Pô et Fosse Augusta 386
Rhône et Fosse Marienne 388
Aude 398
Rhin et Fosse Drusienne 399
Danube et Fosse Trajane 400
Nil et canal d'Alexandre. — Canaux de Sésostris, de Darius, de Ptolémée, des Romains et des Arabes 404
Canalisation et endiguement 413

§ 3. — Canaux de desséchement et d'irrigation. 415

Desséchement des marais du Pô 415
Maremmes et Marais Pontins 417
Desséchement des lacs 423
Lac Fucin 424
Irrigations 426

CHAPITRE VIII

Ports. 429

Itinéraires maritimes 430
Constructions navales 432
Navigation des Anciens 437
Ports et mouillages 437
Ports naturels et artificiels 438
Môles et jetées. — Passes. — Brise-lames 442
Ports et bassins intérieurs 447
Murs de quai 449
Annexes du port 452
Constructions à la mer 454
Ports de l'Italie 456
Ostie 456
Antium 458
Terracine 459
Misène 460
Pouzzoles 462
Naples 463
Tarente 463
Brindes 464
Ancône 464
Rimini 465

Digitized by Google

Pages.
Ravenne 465
Civita-Vecchia, Luna, etc 466
Ports de la Sicile 467
Ports de la Sardaigne et de la Corse 468
Ports des Gaules 468
Ports de la Méditerranée 468
Fréjus 468
Marseille 472
Fosses Mariennes et Arles 474
Narbonne 475
Ports de l'Océan. — Bordeaux et Boulogne 476
Ports de la Bretagne 477
Ports de l'Espagne 477
Ports de l'Afrique 479
Carthage 480
Dimas 488
Alexandrie 489
Comparaison des ports antiques et des ports modernes 495

CHAPITRE IX

Phares. 499

Phare d'Alexandrie 500
Ostie 503
Chrisopolis. — Ravenne et Pouzzoles 504
Ancône, *Centum-Cellæ*, Caprée, Messine, Aquilée, Fréjus, Arles, etc 506
Boulogne 509
Douvres 510
Amers et tours de signal 511
Construction des phares 513
Eclairage 514
Comparaison aux phares modernes 514
Les phares au Moyen-Age 517

TRAVAUX DES VILLES

CHAPITRE X

Voirie urbaine. 521

Voirie urbaine 521
Rome 522
Pompéi 527
Ostie 529
Bordeaux 530

CHAPITRE XI

Enceintes des villes. 531

Fondation et distribution d'une ville antique 533
Enceintes 533

Digitized by Google

Pages.
Tours..... 534
Tracé des rues..... 535
Disposition des remparts..... 536
Ligne de défense..... 537
Défenses accessoires..... 538
Réduit ou *castrum*..... 539
Moyens d'attaque..... 539
Portes..... 540
Fortifications des diverses positions..... 541
Construction des ouvrages..... 542
La tradition romaine au Moyen-Age..... 543
Anciennes enceintes..... 544
Superficie et population des villes. — Densité..... 546

CHAPITRE XII

Aqueducs. 551

Aqueducs de Rome..... 552
Administration des eaux..... 556
Qualité des eaux..... 558
Prises d'eau..... 558
Tracé des conduites..... 559
Acquisitions des terrains..... 561
Conduites libres..... 562
Sections et pentes, vitesses..... 562
Construction des galeries..... 566
Enduits..... 566
Couvertures des conduites..... 567
Puits et regards..... 568
Passage de déblai en remblai..... 568
Ponts et arcades..... 569
Ouvertures des arcades..... 569
Piles..... 570
Voûtes..... 572
Cuvettes..... 572
Rapports du vide au plein et du vide à la surface totale..... 573
Ponts-aqueducs de Rome..... 574
Ponts-aqueducs des provinces..... 576
Souterrains..... 579
Conduites forcées..... 580
Ponts à siphon..... 581
Tuyaux en plomb..... 584
Tuyaux en poterie..... 585
Piscines ou bassins d'épuration..... 586
Réservoirs en remblai ou en déblai..... 588
Construction des réservoirs..... 589
Dimensions des réservoirs..... 591
Distribution des eaux..... 592
Modules de jaugeage..... 593
Tuyaux de distribution..... 594
Branchements..... 595

Digitized by Google

Pages.
Concessions d'eau 597
Alimentation de Rome 598
Prix des concessions 600
Prix de revient des aqueducs 600
Comparaison aux distributions modernes 601
Alimentation dans les provinces 602
Aqueducs des provinces 603
Aqueducs en Italie 604
Aqueducs dans la Gaule 607
Nîmes 607
Lyon 612
Metz 617
Lutèce 619
Fréjus 621
Antibes 623
Arles 623
Marseille, Aix, Fos, Vienne, etc 624
Autun, Besançon, Le Mans, Evreux, Poitiers, etc 626
Saintes, Rodez, Cahors, Périgueux, Toulouse, etc 629
Aqueducs en Germanie et en Helvétie 632
Aqueducs en Espagne 632
Ségovie 633
Tarragone, Chelves, Séville, Mérida, etc 634
Aqueducs en Afrique 636
Algérie 636
Carthage et Tunisie 638
Aqueducs en Asie 640
Byzance 641
Aqueducs en Corse et en Sardaigne 643
Grands aqueducs du Moyen-Age et des Temps modernes 643
Spolète 644
Elvas, Coutances 645
Arcueil 646
Maintenon 647
Civita-Castellana 648
Caserte 649
Lisbonne. — Craponne 650
Aragona 650
Montpellier 651
Marseille 651
Dijon 653
Paris 653
Comparaison entre Rome et Paris 661
Progrès et solutions modernes 664
Dérivations par aqueducs et élévations par machines 668
Limpidité, température 669
Dépenses de premier établissement 671
Dépenses d'entretien 673
Comparaison des prix de revient du mètre cube d'eau dans les deux systèmes 674
Tableau comparatif des ponts-aqueducs de l'Antiquité, du Moyen-Age et des Temps modernes 676

Digitized by Google

CHAPITRE XIII

Pages.

Cloaques. 677

Égouts de Rome..... 678
Égouts dans les Gaules, en Afrique, en Espagne..... 680
Égouts du Moyen-Age..... 683
Réseau de Paris..... 683

CHAPITRE XIV

Mines, carrières, sources thermales. 687

§ 1er. — Mines.

Législation des mines anciennes..... 687
Personnel des mines..... 689
Outillage des mineurs..... 690
Extraction..... 690
Épuisement..... 691
Méthodes d'exploitation..... 692
Lavage et classification des minerais..... 695
Mines exploitées..... 696
Italie..... 697
Espagne..... 698
Gaule..... 699
Bretagne..... 701
Grèce..... 702
Thrace, Asie et Afrique..... 703

§ 2. — Carrières. 704

§ 3. — Sources thermales. 707

CHAPITRE XV

Métaux et procédés métallurgiques. 711

Or..... 712
Argent..... 713
Plomb..... 715
Mercure..... 716
Cuivre..... 717
Étain..... 720
Zinc..... 720
Fer..... 721

CHAPITRE XVI

La tradition romaine à travers le Moyen-Age et les Temps modernes jusqu'à nos jours. 727

Invasions des Barbares..... 732
Époque de conservation (V-VIe siècles)..... 733
Période d'anarchie et d'abandon (VII-VIIIe siècles)..... 734
Restauration romaine de Charlemagne (IXe siècle)..... 735
Retour à l'anarchie, période monastique, corporations religieuses (X-XI siècles)..... 737

Digitized by Google

Pages.
Résultats des croisades, période ogivale, mouvement communal, corporations laïques, fin du Moyen-Age (XII-XVe siècles)..... 741
Ruine de la féodalité, affermissement de l'autorité royale, Renaissance italienne, essais d'organisation intérieure (XV-XVIe siècles)..... 744
Organisation et administration intérieures (XVII-XVIIIe siècles)..... 749
L'Art de bâtir à travers le Moyen-Age..... 760
Engins..... 760
Chaux, mortiers, sables..... 761
Béton..... 761
Maçonneries..... 761
Pierre de taille..... 763
Fondations..... 765
Charpenterie..... 765
Travail à la tâche..... 765
Les Travaux publics au Moyen-Age..... 766
Expropriations..... 766
Routes..... 766
Ponts..... 768
Rivières et canaux..... 769
Ports..... 770
Phares..... 771
Voirie urbaine..... 771
Enceintes..... 772
Aqueducs..... 773
Egouts..... 774
Mines et métallurgie..... 774
Epoque actuelle..... 777
Routes..... 780
Ponts..... 781
Rivières et canaux..... 781
Ports..... 782
Phares..... 783
Aqueducs..... 783
Egouts..... 783
Mines et métallurgie..... 783
Part de la France dans les travaux modernes..... 784
Errata..... 787

TABLE DES PLANCHES

Planches
Constructions antiques..... I
Constructions romaines..... II
Voies romaines..... III
Ponts et viaducs romains..... IV-V
Ports romains..... VI-VII
Phares antiques. — Fourneaux romains..... VIII
Rues et enceintes romaines..... IX
Aqueducs et cloaques romains..... X-XI-XII

Paris. — Imp. Dejey, 18, rue de la Perle.

Digitized by Google

Digitized by Google

EXTRAIT DU CATALOGUE

PORTEFEUILLE de l'École Centrale des Arts et Manufactures, publié par la Direction de l'Ecole Centrale, avec le concours de M. J. DENFER, ingénieur-architecte, chef des Travaux graphiques à ladite Ecole. — Il paraîtra tous les ans un album composé de 50 planches, format 1/2 grand-aigle. — L'année (1873), par exception, se compose d'une collection de 30 planches doubles 1/2 grand-aigle. Prix en carton . . . . . 20 fr.

L'année 1874 se compose de 50 pl. doubl. 1/2 gr.-aigle. Prix en carton. 30 fr.

CALLON (Ch.), professeur à l'Ecole Centrale. — COURS DE CONSTRUCTION DE MACHINES.

1re Partie : Matériel agricole, 42 planches.
2e — Hydraulique, 75 planches.

L'ouvrage complet, en carton. . . . . 30 fr.

Les deux parties se vendent séparément.

1re partie : Matériel agricole. 42 planches, en carton. . . . . 15 fr.
2e — Hydraulique, 75 planches, en carton. . . . . 25 fr.

CASALONGA, ingénieur civil. — SÉRIES ou Éléments proportionnels de construction de pièces mécaniques, *comprenant les organes de toutes les machines disposées pour faciliter les études et les travaux des Dessinateurs, Ingénieurs et Constructeurs.*

L'ensemble de l'ouvrage forme un album de 64 planches et 32 pages de texte grand in-4°. Prix . . . . . 25 fr.

LEGRAND, ingénieur. — RECUEIL SOMMAIRE DES PONTS PROJETÉS ET EXÉCUTÉS, par A. Legrand, de 1849 à 1873, pour le service vicinal. Ouvrage approuvé par M. le Ministre des Travaux publics, composé de 18 planches doubles, contenant 39 ponts avec une notice explicative sur chacun d'eux indiquant les matériaux employés, les conditions d'épreuves, les dimensions, le prix de revient total et au mètre superficiel, etc. Prix, ... 15 fr.

LOYAU, ingénieur des Arts et Manufactures, préparateur à l'École Centrale. — ALBUM DE CHARPENTES EN BOIS, renfermant plusieurs types de combles, pans de bois, échafaudages, planchers, ponts provisoires, et le nouvel amphithéâtre de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. Ouvrage pratique recommandé aux Constructeurs, formant un atlas in-4 de 120 planches. Prix . . . . . 25 fr.

MASTAING (de), professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures. — COURS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE À LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. Leçons professées à l'Ecole Centrale de 1862 à 1872 par M. de Mastaing et rédigées par M. Courtès-Lapevrat, ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur du Cours. Cet ouvrage contient les principaux cas qui peuvent se présenter dans le calcul des pièces soumises aux différents genres de résistance : Extension, Compression, Torsion et flexion. Grand in-8 avec nombreuses figures dans le texte et planche; 1874. . 15 fr.

SALVETAT (Alp.), professeur à l'École centrale, chevalier de la Légion d'honneur, chef des Travaux chimiques à la Manufacture de Sèvres. — COURS de Technologie chimique.

L'ouvrage, divisé en trois parties, comprend le cours complet professé à l'Ecole Centrale des Arts et Manufacture, par M. Alp. Salvétat.

DIVISION :

1re partie : 24 planches. Céramique.
2me partie : 26 planches. Couleur, Blanchiment, Teinture et Impression.
3me partie : 20 planches. Métallurgie (métaux autres que le fer).

Toutes les planches sont cotées et contiennent des légendes explicatives très détaillées.

L'ensemble de l'ouvrage forme un album grand in-4. Prix. . . . . 25 fr.

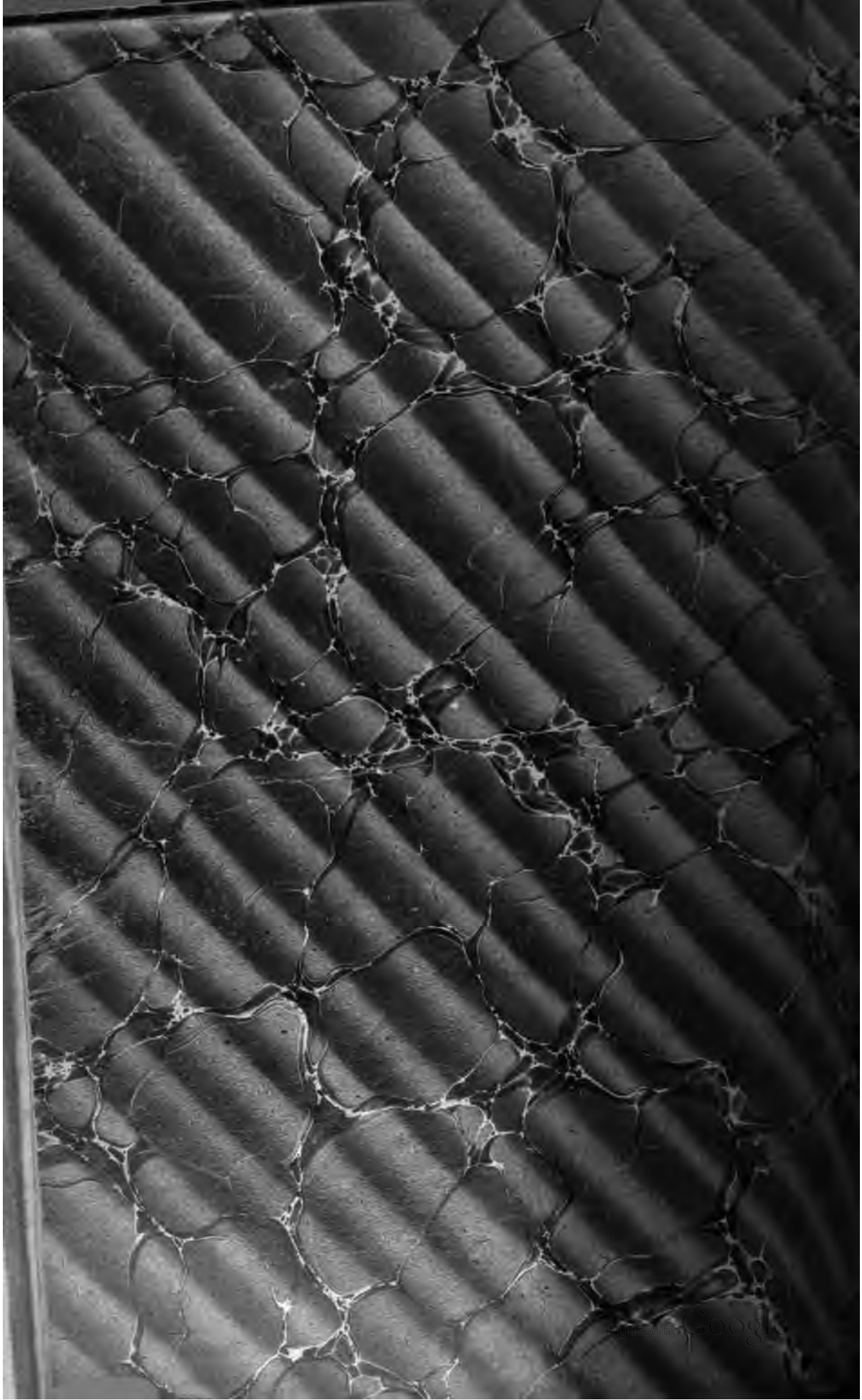
2466. 2nd

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

DUE NOV 5 1921
DUE DEC 9 1923
DUE MAY 31 1924
DUE APR 1 '47
DEC 2 '55 H

Digitized by Google

Digitized by Google